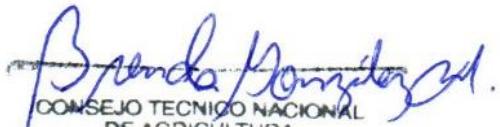


**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**PROMOTOR:
CALDERA, S.A.**

**PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**


CONSEJO TECNICO NACIONAL
DE AGRICULTURA
BRENDA E. GONZALEZ M.
INGENIERO EN MANEJO AMBIENTAL
IDONEIDAD N° 6.140-09

**TÉCNICO RESPONSABLE:
ING. BRENDA E. GONZÁLEZ M.
IDONEIDAD PROFESIONAL: N°:6140-09.**

MARZO 2023.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

INDICE DE CONTENIDO

	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	INTRODUCCIÓN.....	6
1.1	Antecedentes de avenidas en el Río Caldera.....	7
1.2	Descripción del problema.....	9
2.	CARTOGRAFÍA DE LA SOLICITUD DE OBRA EN CAUCE.....	10
2.1	Mapa regional incluyendo el punto o polígono a intervenir georreferenciado con sus respectivas coordenadas (incluir formato digital kmz o shapefile).....	13
2.2	Mapa del área de drenaje hasta el sitio de la intervención.....	14
2.3	Identificación del proyecto o alguna labor se encuentra dentro de alguna área protegida.....	15
3	CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE HIDRICA.....	15
3.1	Ubicación del área en estudio.....	15
3.2	Análisis de caudales mensuales de la estación hidrológica más próxima (m^3/s).....	16
3.2.1	Registro de los caudales puntuales.....	17
3.2.2	Consistencia de los registros pluviométricos.....	17
3.2.3	Estimación de los datos faltantes.....	18
3.2.4	Probabilidad de Ocurrencia de los caudales máximos, mínimos y promedios anuales.	19
3.2.5	Media Móvil.....	21
3.2.6	Tiempo de concentración.....	27
3.2.6.1	Tiempo de concentración para el cauce principal y los principales afluentes de la cuenca alta del Río Caldera.....	27
3.2.7	Desequilibrio Hidrológico.....	30
3.2.7.1	Ánálisis decadal del caudal mensual en la cuenca alta del Río Caldera.....	33
3.2.7.2	Relación entre la precipitación y la escorrentía.....	37
3.2.8	Rendimiento de la cuenca Alta del Río Caldera.....	42
3.3	Aforo esporádico en temporada seca en el sitio preciso de la obra en cauce solicitada	42
4	DESCRIPCIÓN CLIMATICA DE LA CUENCA.....	44
4.1	Clima.....	44
4.1.2	Velocidad y Dirección del Viento.....	45
4.1.3	Brillo Solar y Radiación Solar.....	45
4.1.4	Temperatura.....	46
4.1.5	Humedad relativa.....	46
4.1.6	Análisis del régimen pluviométrico en la cuenca del Río Caldera.....	47
4.1.7	Precipitación.....	47
4.1.7.1	Análisis de la Precipitación.....	48
4.1.8	Análisis de consistencia de los registros pluviométricos.....	48
4.1.8.1	Análisis de Doble Masa.....	48
4.1.8.2	Distribución de frecuencias.....	49

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

4.1.8.3	Ampliación y relleno de estadística pluviométrica.....	53
4.1.8.4	Análisis cronológico.....	53
4.1.8.5	Histograma.....	57
4.1.8.6	Media Móvil.....	57
4.1.8.7	Evaluación de la variación espacial de la precipitación.....	63
4.1.8.7.1	Relación de la altitud con la lluvia (optimo pluviométrico).....	63
4.1.8.8	Distribución de Probabilidad de ocurrencia de las lluvias.....	64
4.1.8.8.1	Máximas y Mínimas Precipitaciones para Diferentes Periodos de Retorno (Tr).....	70
4.2	Evapotranspiración en el Área.....	71
4.3	Balance hídrico climático.....	71
4.4	Demarcar en mapa antecedentes de inundación.....	72
4.5	Simulación hidráulica de la planicie inundable.....	74
5	DESCRIPCIÓN Y DETALLES DE LA OBRAS A REALIZAR Y SU IMPLICACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	74
6	IDENTIFICAR POSIBLES IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN A PREDIOS Y/O USUARIOS AGUAS ABAJO O COLINDANTES CON RELACIÓN A LA OBRA EN CAUCE SOLICITADA.....	75
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
8	ANEXOS.....	77

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	PÁG.
I	Probabilidad de Excedencia y No Excedencia para los Caudales Promedios Anuales	19
II	Probabilidad de Excedencia y No Excedencia para los Caudales Máximos Promedios Anuales	20
III	Probabilidad de Excedencia y No Excedencia para los Caudales Mínimos Promedios Anuales	21
IV	Media Móvil Ponderada De 5 en 5 Años	22
V	Desvíos Respecto a la Media Móvil Ponderada en (mm y %)	23
VI	Características de los Caudales Promedios Mensuales	26
VII	Tiempo de Concentración según diferentes métodos matemáticos aplicados para el cauce principal en la Cuenca del Río Caldera	28
VIII	Tiempo de Concentración para las micro cuencas de la sub Cuenca del Río Caldera	29
IX	Desequilibrio hidrológico de la cuenca alta del Río Caldera	30
X	Precipitación y escorrentía para las décadas 1967-1976, 1977-1986, 1987-1996 registradas en la subcuenca del Río Caldera	37
XI	Precipitación Media, Escorrentía Media en (mm) y Coeficiente de Escorrentía para la Cuenca del Río Caldera (1967- 2001).	41
XII	Rendimiento de los principales afluentes de la cuenca alta del Río Caldera en l/s/Km ²	42
XIII	Velocidad del viento en m/s registrada en la Estación Bajo Grande	45
XIV	Brillo Solar y Radiación Solar en cal/cm ² / día registrada en la Estación Bajo Grande	45
XV	Temperatura Promedio, Máximo, Mínimo Mensual Registradas en la Estación Los Naranjos	46
XVI	Promedio Mensual (%) de la Humedad Relativa Registrada en la Estación Los Naranjos	46
XVII	Frecuencia Relativa de las Precipitaciones (mm) en el Área de Boquete (Cuenca Río Caldera).	52
XVIII	Media Móvil Ponderada De 5 en 5 Años	58
XIX	Desvíos Respecto A La Media Móvil Ponderada (mm Y %)	59
XX	Características le las Precipitaciones	61
XXI	Precipitación Promedio Anual (mm) y Altura de las Estaciones Pluviométricas ubicadas en la Subcuenca Del Río Caldera	63
XXII	Ánálisis de Probabilidad de las Máximas Precipitaciones Mensuales (1967-2004).	66
XXIII	Ánálisis de Probabilidad de las Mínimas Precipitaciones Mensuales (1967-2004)	67
XXIV	Ánálisis de Probabilidad de las Precipitaciones Totales Anuales Registradas en la Subcuenca del Río Caldera Según el Método de Distribución de Normal y Gumbel Tipo I	68
XXV	Máximas y Mínimas Precipitaciones para diferentes Periodos de Retorno (Tr) Para los Totales Anuales	70

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Localización del Proyecto.	11
2	Ubicación Geográfica del Área del Proyecto	13
3	Área de Drenaje de la cuenca hasta el sitio a intervenir.	14
4	Definición del Río Principal en Estudio	16
5	Curva de Doble Acumulada para las Estaciones 108-02-06 y la Estación 108-02-02, Ubicadas en la Cuenca Alta del Río Caldera	17
6	Curva de Doble Acumulada para las Estaciones 108-02-01 y la Estación 108-02-09, Ubicadas en la Cuenca Alta del Río Caldera	18
7	Desvíos Respecto a la Media Anual en (mm) y (%) de la Subcuenca del Río Caldera	25
8	Desequilibrio Hidrológico de la Subcuenca del Río Caldera (Boquete)	32
9	Distribución de los Caudales Promedios Decadales en la Subcuenca del Río Caldera	34
10	Distribución de los Caudales Máximos Promedios Decadales en la Subcuenca del Río Caldera	35
11	Distribución de los Caudales Mínimos Promedios Decadales en la Subcuenca del Río Caldera	36
12	Comparación entre la Precipitación vs la Escorrentía (Periodo 1967-1976)	38
13	Comparación entre la Precipitación vs la Escorrentía (Periodo 1977-1986)	38
14	Comparación entre la Precipitación vs la Escorrentía (Periodo 1987-1996)	39
15	Comparación entre la Precipitación vs la Escorrentía (Periodo 1997-2001)	39
16	Diferencia de la Lámina Promedio Escurrida en los cuatro periodos en estudio	40
17	Coeficiente de Variación de las Estaciones Estudiadas	48
18	Curva de Doble Masa Acumulada para las Estación Los Naranjos y Bajo Boquete	50
19	Curva de Doble Masa Acumulada para la Estación Finca Lérida y Bajo Grande	51
20	Comparación de la Precipitación Promedio Décadal en la Cuenca del Río Caldera. (1967-2004)	55
21	Precipitación Promedio (mm) de los periodos 1967-1976, 1977-1986, 1987-1996 y 1996-2004	56
22	Distribución Mensual de Precipitaciones en la Cuenca Alta del Río Caldera. (1967-2004).	57
23	Desvíos Respecto a la Media Anual en (mm) y (%). Estación Bajo Boquete, Los Naranjos y Finca Lérida	62
24	Relación entre la Precipitación Promedio Anual (mm) y la Elevación (mm), en la Subcuenca del Río Caldera	64
25	Recta Lineal de las Precipitaciones Promedios (mm) vs su Probabilidad de No Ocurrencia, según los métodos: A) Distribución Normal, B) Gumbel Extremo Tipo I.	69
26	Mapa de Registro de Inundaciones, en el Periodo 1920-2017	73

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

1. INTRODUCCIÓN

Caldera, S.A., registrada en (Mercantil) Folio N° 439289 (S), inscrita desde el 3 de septiembre de 2003 quien es la propietaria de la Finca con folio Real No. 59537 (F), según consta en la certificación de registro público. En esta finca se llevará a cabo actividades comerciales de índole residencial.

Su ubica en los márgenes del cauce del Río Caldera, los cuales en los últimos años han causado inundaciones en el sector; lo que ha provocó que el Gobierno a través del MOP, realizará inversiones en la adecuación del cauce (limpieza y ampliación) con el fin de manejar las avenidas de este Afluente del Río Caldera.

Para resguardar la inversión propuesta que se desea construir en la propiedad, el promotor pretende construir un muro o talud de protección que se le debe realizar a este cauce en la sección colindante a su propiedad, logrando extraer el sedimento y rocas del cauce y colocándolas en el área de la finca que limita con el cauce del río, (solo del lado derecho del cauce, mirando hacia el sur); acomodar piedras y conformar el talud como refuerzo contra cualquier avenida de agua que pudiese llegar a pasar por este sector, los trabajos ha realizaran serán un 20% sobre el cauce principal del Río Caldera. La mayor cantidad de material a utilizar para la construcción del muro será adquirido o comprado a una empresa privada por medio de contrato, del río se extraerá solo lo necesario y lo que se mantenga más cerca a la colindancia de la propiedad.

La Sociedad Caldera, S.A. desea realizar las gestiones que sean necesarias con el fin de cumplir con la normativa establecida para este tipo de obras en cauces naturales; (limpieza, construcción del talud del cauce del Río Caldera) por lo que está solicitando el debido permiso de obra en Cauce a través de esta solicitud al Ministerio de Ambiente, la cual es el ente Gubernamental responsable por ley de otorgar los permisos de obras en cauce para realizar este tipo trabajo. (Resolución No. DM. 0431-2021 de 16 de agosto de 2021 Que establece los requisitos para la autorización de obras en cauces naturales en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones).

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

1.1 Antecedentes de Avenidas en el Río Caldera.

La primera inundación registrada en el Río Caldera se dio el 25 de julio de 1969, no hubo víctimas humanas, pero hubo grandes daños en cultivos, pérdidas de animales, líneas eléctricas, telefónicas y viales. (Solís et al, 1995).

En enero de 1970, de manera inesperada el Río creció, arrasando con fincas de pequeños agricultores y también con algunas residencias que se encontraban ubicadas a la orilla del río. (Solís et al, 1995).

El 6 de abril de 1970, un área de convergencia bien organizada dentro de la baja atmósfera comenzó a desplazarse desde el oeste de Cartagena en Colombia, avanzando en dirección Este hacia Panamá, y por otro lado en los altos niveles de la atmósfera una masa de aire frío y seco se dirigía desde el suroeste hacia el Este sobre Costa Rica y el occidente de Panamá. Ambas masas se superpusieron en los extremos oriental y occidental de estos países, a tempranas horas del día, causando fuertes lluvias. Este fenómeno adquirió mayor desarrollo en el sector Oeste de las provincias de Chiriquí y Bocas del Toro, especialmente en el área montañosa. La exposición de los vientos cargados de humedad determinó en gran medida la cantidad de agua precipitada. Las estaciones Hornito y Finca Lérida, mayormente expuestas, registraron los valores de precipitación más altos de todo su registro, 497 mm y 367mm, en 24 horas, respectivamente. La fuerza destructiva de las aguas se tradujo en cuantiosos daños materiales, pérdidas de vidas humanas y daños causados por la erosión en el sector alto y medio de la cuenca del Caldera. (Solís et al, 1995).

Los días 9, 10, y 11 de abril de 1970 se suscitó un temporal de lluvias torrenciales que duró 3 días, provocando deslizamientos de tierra los cuales contribuyeron a embalsar las aguas en la cabecera del río hasta adquirir proporciones incontrolables. Esto causó los sucesos más trágicos registrados en la historia de Boquete; desaparecieron más de 120 casa de familias que residían en las orillas del río Caldera destruyendo además, los puentes que habían sido construidos con grandes esfuerzos por la comunidad y el gobierno. Estas inundaciones ocasionaron daños por varios millones de balboas, ya que se destruyó prácticamente una tercera parte de la cabecera del Distrito y ello motivó la migración de una gran cantidad de personas a otros lugares de la provincia. El río cambió de curso hacia el borde oriental del valle. (Solís et al, 1995).

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

La población local y algunos técnicos atribuyeron estas inundaciones a la gran intensidad y larga duración de las lluvias registradas para ese periodo, pero según lo que informaron en informes posteriores es que vista la intensiva deforestación que presentaba la zona, resultaba difícil aceptar la hipótesis de que solamente las precipitaciones ocasionarán el desastre. (PNUD y FAO, 1971.) En 1986 ocurren nuevamente inundaciones, sin embargo, los daños fueron menores. (Solís et al, 1995).

Los días 4 y 5 de noviembre de 1990 se producen inundaciones en las microcuenca de las Quebradas Callejón Seco, Aserrío y Grande como resultado de las altas precipitaciones registradas en el área. Durante las 48 horas de lluvias intensas se registró un total de 205.4 mm en la estación Los Naranjos 98.9 mm en la estación Finca Lérida, lo que causó daños a infraestructuras, caminos, cultivos de café, viviendas y la pérdida de una vida humana. Los daños ascendieron a más de 200,000 balboas. (Solís et al, 1995). Las cuales son micro-cuenca con formas alargadas, con sus nacimientos en la falda del Volcán Barú. Estudios posteriores demostraron que las inundaciones fueron acentuadas por malos manejos de las aguas de servidumbre de los predios agrícolas. (Bonilla, 1992.)

Los días 9, 10, 11 y 12 de octubre de 1991 las precipitaciones se concentraron hacia las faldas del Volcán Barú (Camiseta, El Trompo, El Salto, y Callejón Seco). En los cuatro días seguidos se registraron 269 mm y el día 11 se registró el 65 % del total. Ese mismo día se obtuvo la mayor intensidad registrada en una hora cuyo valor fue de 83 mm (Solís et al, 1995).

En el año 2004, se repite una crecida en el Río Caldera, provocando el cierre temporal de la Feria de las Flores y el Café, causando pérdidas económicas para la misma, además afectó las residencias ubicadas en el área sur del pueblo de Boquete.

En enero del año 2005 el Río Caldera presentó una de sus más fuertes crecidas en los últimos años, provocando el deterioro de tramos de carreteras de la vía que comunica a la comunidad de Bajo Boquete con el área de Bajo Mono y de igual manera la vía que conduce al poblado de Palo Alto. Los costos de reparación de estos daños superan el cuarto de millón de dólares, además vuelve a causar daños materiales y económicos a la Feria de las Flores y el Café, en octubre de este mismo año, la Quebrada Landau, micro-cuenca del Río Caldera, vuelve a causar daños en vías de comunicación en el área de Bajo Mono.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

Según Saénz (1981), los daños causados por las inundaciones son siempre espectaculares por las extensiones que llegan a alcanzar como por lo fabulosa cantidad de millones de toneladas sedimentos que dejan , así como los daños materiales que producen muchas veces difíciles de evaluar en la destrucción de cosechas, viviendas, caminos, carreteras, puentes, ferrocarriles, pérdidas de vidas humanas , avalanchas (derrumbes) etc.

El 22 de noviembre del 2008 luego de fuertes y constantes precipitaciones ocurridas en el Distrito de Boquete y la zona de influencia entre el Pacífico y el Atlántico, las aguas de los ríos aumentaron sustancialmente su volumen a tal punto que el Río Caldera y los afluentes provenientes de la Cordillera de Talamanca, se desbordaron provocando graves destrozos y pérdida de vidas humanas en ambas vertientes (Boquete y Cerro Punta).

En agosto 2010, el Río Caldera y su afluente el Río Palo Alto se desbordaron causando una serie de daños, materiales y ambientales en las zonas aledañas. Siendo el área más afectada la ubicada contigua al cauce del Río Caldera. El Gobierno Nacional realizó una fuerte inversión en el reacondicionamiento, del cauce de estos ríos.

La evidencia de que el cambio climático se está manifestando cada vez con más incidencia en Latinoamérica, especialmente en Centroamérica, donde las lluvias tendrán presencia con mayor fuerza en menor periodo de tiempo, es un motivo para que se tomen medidas precautorias.

En las fases que con lleva la implementación de dicho proyecto cumple con los alineamientos y normativas ambientales como lo son:

- La Ley 41 del 1 de Julio de 1998, General de Ambiente de la República de PANAMÁ
- Resolución No. DM. 0431-2021 de 16 de agosto de 2021 Que establece los requisitos para la autorización de obras en cauces naturales en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones

1.2. Descripción del problema.

El Río Caldera en la parte alta de la cuenca del Río Chiriquí, en el distrito de Boquete, en la provincia de Chiriquí, República de Panamá, a través de los años se han presentado una serie de sucesos hidrológicos, que han provocado avenidas que han distorsionado el cauce natural en la cuenca media, abriendo nuevos cauces por las propiedades privadas, los cuales al momento de una crecida son empleados para inundar áreas aledañas, provocando la destrucción de la infraestructura adyacente.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

La sociedad anónima Caldera S.A., mantiene una propiedad en la comunidad de Alto Boquete cerca al puente Wilson donde desea Construir un talud o muro de protección en el área que colinda con su propiedad, cerca de la orilla del Río Caldera y la limpieza del cauce del mismo río del margen derecho en dirección de la corriente y cumpliendo con todas las medidas de protección sin causar afectación a sus vecinos aledaños.

La sociedad desea realizar inversiones que merecen ser protegidas con la adecuación del área del cauce adyacente a su propiedad, por lo cual solicitan permiso para llevar a cabo la limpieza del cauce del Río Caldera y construcción del talud o muro en las secciones indicadas. La inversión estatal para la contención de las crecidas de este Río en la zona es nula, por el momento, por lo cual se ha tenido la iniciativa privada de llevar a cabo este trabajo en el área de colindancia con la propiedad.

2.0 CARTOGRAFÍA DE LA SOLICITUD DE OBRA EN CAUCE

El proyecto está ubicado en la comunidad de Alto Boquete cerca al puente Wilson, Corregimiento de Alto Boquete, Distrito de Boquete, Provincia de Chiriquí. La vía de acceso a la Propiedad es por la vía principal de Boquete, se desvía por la vía que va hacia comunidad de Jaramillo abajo hasta llegar a la calle conocida como Antigua Vía del Ferrocarril, se desvía por esta calle y se recorre aproximadamente 395 metros hasta llegar a la propiedad de la Sociedad Caldera, S.A.

Figura N° 1. LOCALIZACIÓN REGINAL DEL PROYECTO



Fuente: Instituto Geográfico Tommy Guardia Mapa Político de la República de Panamá, obtenida de una hoja que originalmente tenía escala de 1:500000.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

Sitio Inicio de Trabajos:

El sitio de inicio de la limpieza y construcción del talud están ubicado, alrededor de la coordenada UTM 17P 343465.00 mE, 967197.00 mN; a una altura de 1009 de metros sobre el nivel del mar.



Inicio Muro-CALDERA, S.A..kmz

Formato digital kmz:

Sitio de Terminación de los Trabajos:

El sitio de culminación de labores de limpieza y construcción del Muro o Talud de protección se ubica alrededor de la Coordenada UTM 17P 343531.00 mE, 967015.00 mN; a una altura de 1017 metros sobre el nivel del mar.

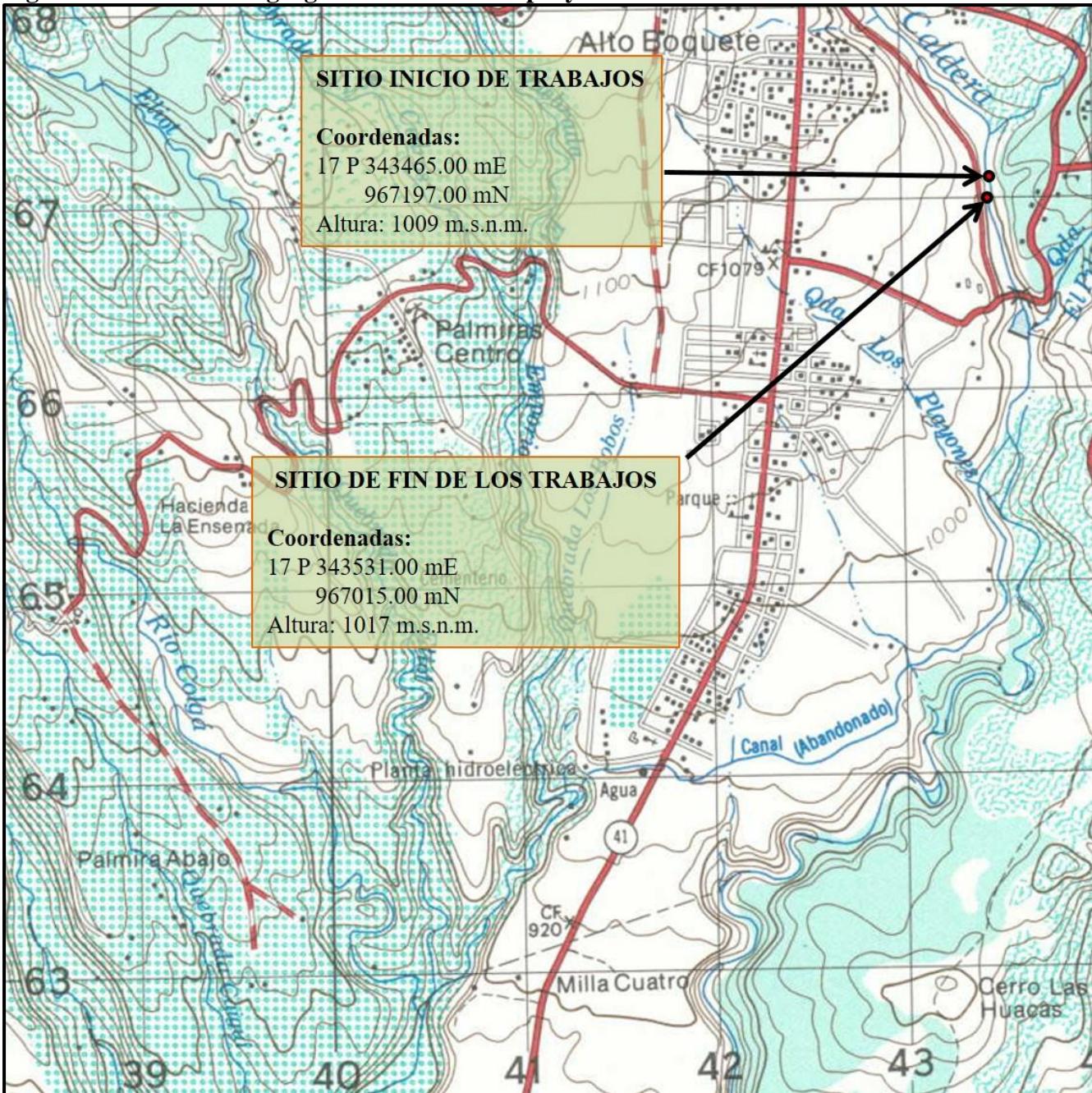


Fin Muro-Caldera S.A..kmz

Formato digital kmz:

2.1 Mapa regional incluyendo el punto o polígono a intervenir georreferenciado con sus respectivas coordenadas (incluir formato digital kmz o shapefile)

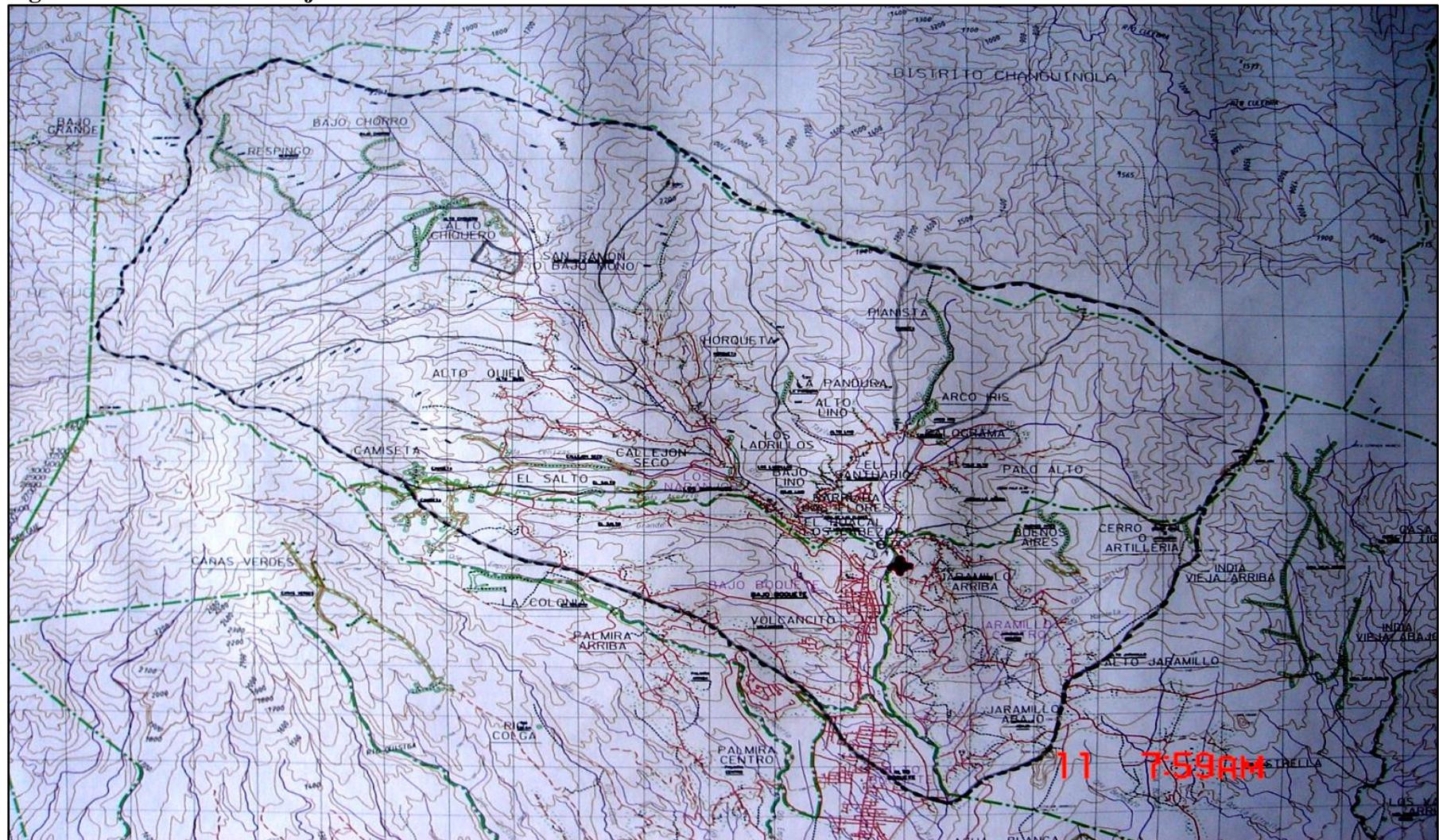
Figura N° 2. Ubicación geográfica del área del proyecto.



Fuente: Instituto geográfico Tommy Guardia hoja cartográfica N° 3742-III, obtenida de dos hojas que originalmente tenían escala de 1:50000.

2.2 Mapa del área de drenaje hasta el sitio de la intervención

Figura N° 3. Área de Drenaje de la cuenca hasta el sitio a intervenir.



Fuente: Elaboración propia.

2.3 Identificación del proyecto o alguna labor se encuentra dentro de alguna área protegida.

En lo que respecta a la ubicación del proyecto donde se realizaran las labores de limpieza del cauce y construcción de talud para protección de la propiedad de las aguas del Río Caldera no se encuentra dentro de ningún área protegida.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE HIDRICA

3.1 Ubicación del área en estudio.

El presente estudio se ubica en la Cuenca del Río Chiriquí (cuenca N° 108) en la subcuenta del Río Caldera.

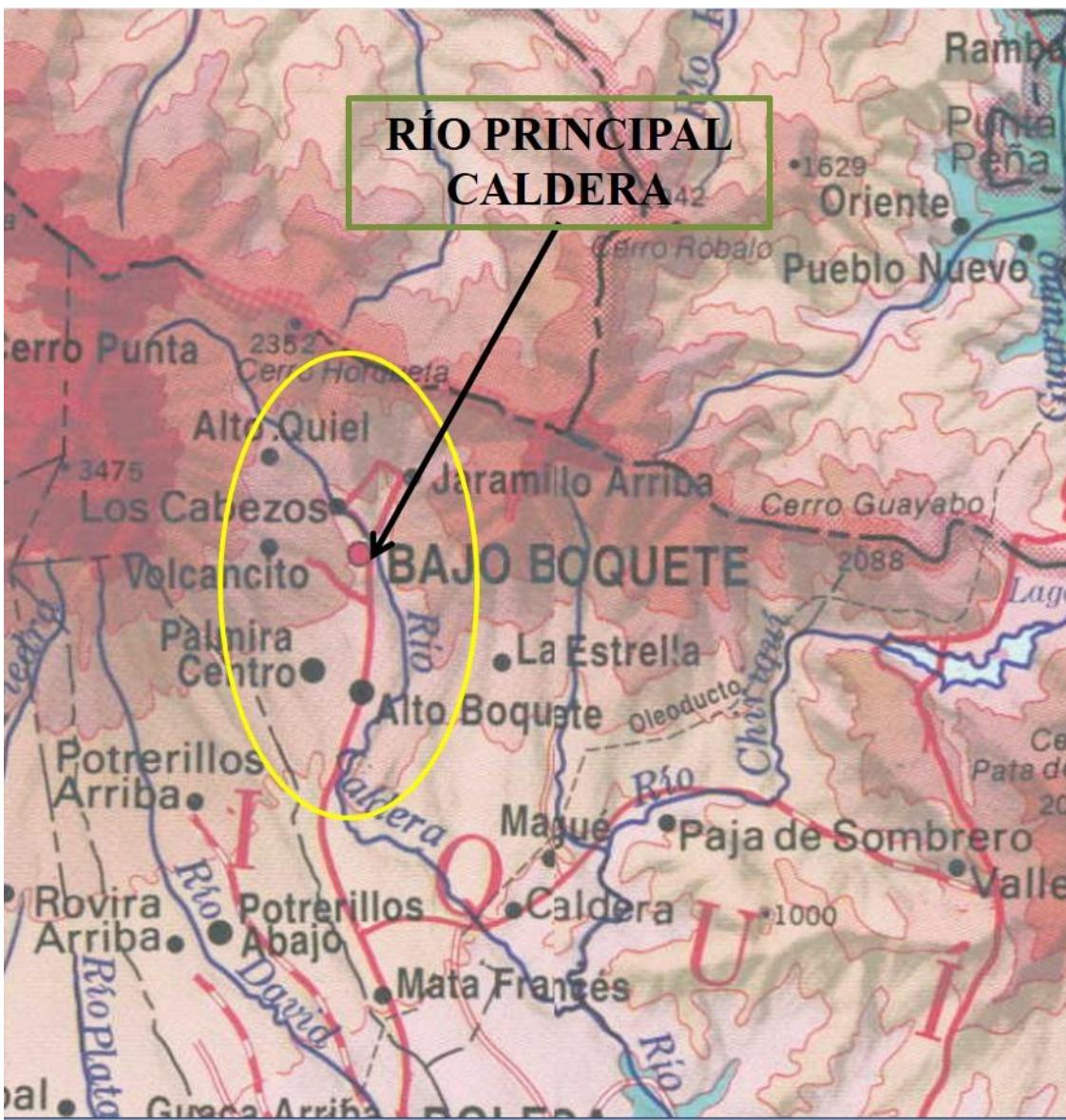
La subcuenca hidrográfica del Río Caldera pertenece a la vertiente del océano Pacífico, y se encuentra ubicada en la parte Nor-occidental de la provincia de Chiriquí, Distrito de Boquete, donde ocupa el corregimiento cabecera y una pequeña parte del corregimiento de Alto Boquete y Caldera, en la confluencia con el río Chiriquí, del cual es uno de sus afluentes. Sus coordenadas geográficas la ubicaban en los 8° 36' 45" y 8° 53'00" de latitud Norte, y los 82 ° 21' 30" y 82° 32' 30" de longitud oeste. Como consecuencia de su latitud se ubica en la zona Intertropical o Tórrida, en la vertiente sur de la divisoria de aguas de la Cordillera Talamanca, y en la falda nororiental de Volcán Barú.

La subcuenca hidrográfica del Río Caldera, en el aspecto político administrativo, limita al Norte con la provincia de Bocas del Toro; al sur con el corregimiento de Palmira (distrito de Boquete) y el corregimiento de Cochea (distrito de Dolega); al este con el corregimiento de Caldera (distrito de Boquete) y el distrito de Gualaca y al oeste con los distritos de Bugaba y corregimiento de Palmira (Distrito de Boquete)

Hidrográficamente limita, al norte con la divisoria de aguas Continentales, colindando con las cabeceras del río Changuinola; al sur y suroeste con la cuenca hidrográfica del río Cochea; al Este con el río Chiriquí y al Oeste con las cabeceras del Río Chiriquí Viejo y Chirigagua.

La cuenca hidrográfica del río Caldera abarca una superficie de 22,130 hectáreas aproximadamente, y un recorrido de 46 kilómetros de longitud, desde su nacimiento, hasta su confluencia con el río Chiriquí.

Figura N° 4. Definición del Río principal en Estudio.



Fuente: Instituto Geográfico Tommy Guardia Mapa Físico de la República de Panamá, obtenida de una hoja que originalmente tenía escala de 1: 500,000.

3.2 Análisis de caudales mensuales de la estación hidrológica más próxima (m^3/s).

Para el estudio de los caudales del Río Caldera se utilizaron los datos de caudales promedios, caudales máximos y caudales mínimos registrados en las estaciones: Caldera Jaramillo (Nº 108-02-06) con registros de 1975 -2005, localizada en la latitud de $8^{\circ} 45' N$ y longitud de $82^{\circ} 25' O$, a una elevación de 995 m.s.n.m., con un área de drenaje de 136 Km².

3.2.1 Registro de los caudales puntuales.

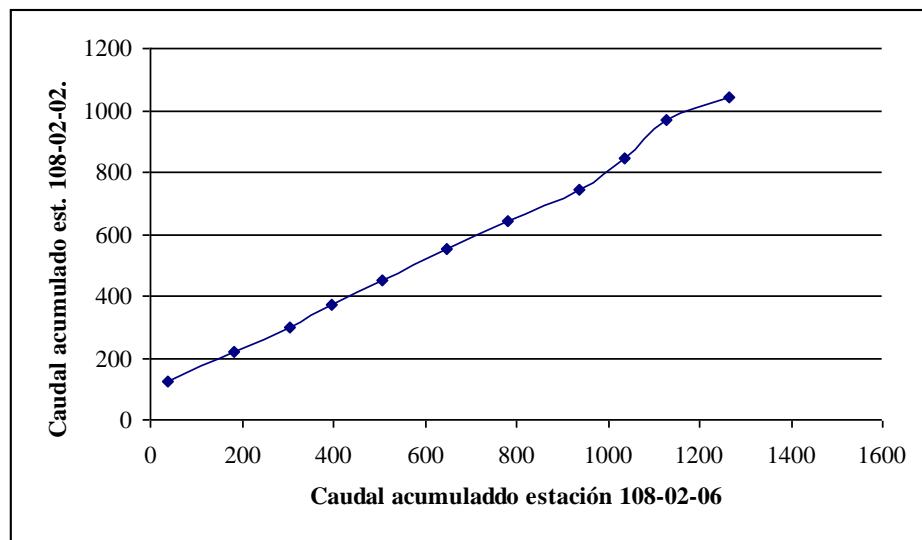
La estación de aforo 108-02-01 para la cuenca del Río Caldera fue establecida en agosto, de 1963, localizada en la latitud de 8° 47° N y longitud de 82°26° O , a una elevación de 1100 m.s.n.m. , con un área de drenaje de 109 Km²; la estación N° 108-02-02 localizada en la latitud de 8° 46° N y longitud de 82°26° O , a una elevación de 1050 m.s.n.m. , con un área de drenaje de 135 Km² y la estación N° 108-02-06 , localizada en la latitud de 8° 45° N y longitud de 82°25° O , a una elevación de 995 m.s.n.m. , con un área de drenaje de 136 Km².

3.2.2 Consistencia de los registros pluviométricos.

Se compararon los caudales de la estación 108-02-06 con los de la estación 108-02-02 y la estación 108-02-06 con la estación 108-02-01 estaciones reubicadas en la cuenca Río Caldera las cual mantenían características similares por ser de la misma cuenca, pero con ubicaciones diferentes.

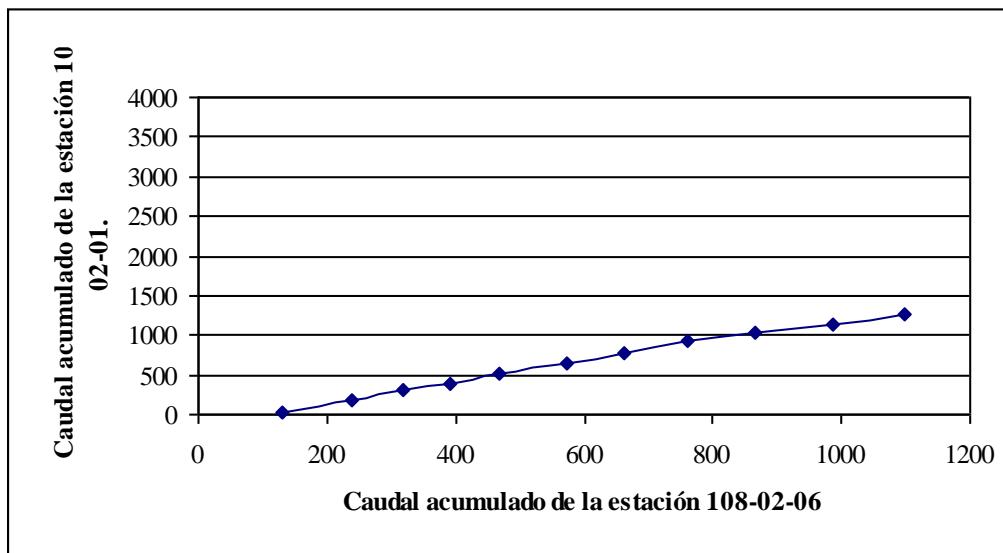
Al analizar la Figura N° 5 y 6 vemos que al comparar los caudales acumulados de estas estaciones existen dos cambios mínimos de la pendiente de la recta imaginaria que deben formar la nube de puntos distribuidos en el gráfico, lo que nos indica que en estos años a los cuales pertenecen estos valores, hubo problemas con los registros, puede ser el cambio de ubicación de alguna de las estaciones, error de lectura u otros.

FIGURA N° 5: CURVA DE DOBLE ACUMULADA PARA LAS ESTACIONES 108-02-06 Y LA ESTACIÓN 108-02-02, UBICADAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CALDERA.



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 6 CURVA DE DOBLE ACUMULADA PARA LAS ESTACIONES 108-02-01
Y LA ESTACIÓN 108-02-09, UBICADAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CALDERA.**



Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 Estimación de los datos faltantes.

Para extender los registros pluviométricos de la estación 108-02-06, ubicada a escasos 300 metros aguas abajo del pueblo de Boquete, se realizaron los rellenos empleando una relación de superficie con la estación 108-02-02, la cual cuenta con información hidrográfica del Río Caldera, desde 1957 a 1970, cuando la crecida del río destruyó con la misma, la cual estaba ubicada 100 m más alta que la actual estación. Se consideró este método debido a que la parte alta de la cuenca del Río Caldera solo tiene una extensión de 139 km², y es más factible usar datos de la misma cuenca por poseen ésta características geomorfológicas similares.

La extensión se les hizo a los registros de la estación 108-02-06, agregándose los años 1957 a 1967, obtenidos por relación de área con la estación 108-02-02 y los años 1968 a 1970 obtenidos por relación de área con la estación 108-02-01.

A demás para obtener los datos faltantes se realizaron rellenos estadísticos para los meses que no se tenían datos. El método utilizado fue el de correlación lineal $Y = a + bx$; entre caudales y precipitación mensual, cuyo valor fue $a = 11.7$ y para $b = 0.04072$, considerando la estación pluviométrica Finca Lérida. El r^2 fue de 0.90, los años y meses con relleno fueron: 1971 (todos los meses), 1972 (todos los meses), 1973 (todos los meses), 2002 (septiembre, octubre,

noviembre, diciembre), 2003 (febrero, marzo, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre), 2004 (Enero, febrero).

3.2.4 Probabilidad de Ocurrencia de los caudales máximos, mínimos y promedios anuales.

El análisis del Río o cauce se hará por el método de probabilidad de Gumbel Extremo Tipo I, Pearson Tipo III, utilizado por Chow (1988), Rodríguez (2001) y Eagalin (1998), Linsley (1976). Estos métodos utilizados servirán para estimar los caudales promedios.

Según Chow (1988) la probabilidad de un evento, es la posibilidad de que este ocurra, cuando se hace una observación de la variable aleatoria por lo que las posibilidades de un evento pueden estimarse.

Para el cálculo de la probabilidad de ocurrencia para los caudales máximos, mínimos, promedios anuales y su interpretación se utilizó la Distribución Normal, Gumbel Extremo Tipo I y Pearson Tipo III.

CUADRO N° I PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA Y NO EXCEDENCIA PARA LOS CAUDALES PROMEDIOS ANUALES.

Probabilidad de Excedencia (p)	Probabilidad de No Excedencia (q)	Periodo de retorno en años.	Distribución Normal $Q=m^3/s$	Gumbel Extremo Tipo I. $Q=m^3/s$	Pearson Tipo III. $Q=m^3/s$
0.01	0.9900	100.0	233.56	264.57	292.18
0.02	0.9800	50.0	221.47	241.44	259.72
0.04	0.9600	25.0	208.02	218.14	227.88
0.10	0.9000	10.0	187.19	186.73	186.74
0.20	0.8000	5.0	167.66	161.87	156.3
0.25	0.7500	4.0	160.24	153.45	146.61
0.50	0.5000	2.0	130.33	124.32	116.74
0.75	0.2500	1.3	100.41	101.36	99.16

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro N° I se observa la probabilidad de excedencia para un 0.75 para los caudales promedios anuales de $100.41\ m^3/s$ ocurra o sea igualado reporta un periodo de retorno de 1.3 años utilizando una distribución normal; de $101.36\ m^3/s$ para una distribución de Gumbel Extremo Tipo I y de $99.16\ m^3/s$ para una distribución de Pearson Tipo III.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

En el cuadro N° II se observa que la probabilidad de excedencia para un 0.75 para los caudales máximos promedios anuales de $43.74 \text{ m}^3/\text{s}$ ocurra o sea igualado reporta un periodo de retorno de 1.3 años utilizando una distribución Normal; de $43.84 \text{ m}^3/\text{s}$ para una distribución de Gumbel Extremo Tipo I y de $39.9 \text{ m}^3/\text{s}$ para una distribución de Pearson Tipo III.

CUADRO N° II PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA Y NO EXCEDENCIA PARA LOS CAUDALES MÁXIMOS PROMEDIOS ANUALES.

Probabilidad de excedencia (p)	Probabilidad de no excedencia (q)	Periodo de retorno en años.	Distribución Normal $Q=\text{M}^3/\text{s}$	Gumbel Extremo Tipo I. $Q=\text{M}^3/\text{s}$	Pearson Tipo III. $Q=\text{M}^3/\text{s}$
0.01	0.9900	100.0	263.25	322.85	338.12
0.02	0.9800	50.0	243.31	283.31	293.89
0.04	0.9600	25.0	221.14	243.47	249.38
0.10	0.9000	10.0	186.81	189.78	189.6
0.20	0.8000	5.0	154.6	147.28	142.86
0.25	0.7500	4.0	142.37	132.89	127.3
0.50	0.5000	2.0	93.06	83.09	75.74
0.75	0.2500	1.3	43.74	43.84	39.9

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro N° II se observa que la probabilidad de excedencia para un 0.50 para los caudales máximos promedios anuales de $93.06 \text{ m}^3/\text{s}$ ocurra o sea igualado reporta un periodo de retorno de 2 años utilizando una distribución normal; de $83.09 \text{ m}^3/\text{s}$ para una distribución de Gumbel Extremo Tipo I y de $75.74 \text{ m}^3/\text{s}$ para una distribución de Pearson Tipo III.

En el cuadro N° III se observa que la probabilidad de excedencia para un 0.75 para los caudales mínimos promedios anuales de $5.67 \text{ m}^3/\text{s}$ ocurra o sea igualado reporta un periodo de retorno de 1.3 años utilizando una distribución normal; de $5.68 \text{ m}^3/\text{s}$ para una distribución de Gumbel Extremo Tipo I y de $5.7 \text{ m}^3/\text{s}$ para una distribución de Pearson Tipo III.

En el cuadro N° III se observa a demás que la probabilidad de excedencia para un 0.50 para los caudales mínimos promedios anuales de $6.37 \text{ m}^3/\text{s}$ ocurra o sea igualado reporta un periodo de retorno de 1.3 años utilizando una distribución normal; de $6.23 \text{ m}^3/\text{s}$ para una distribución de Gumbel Extremo Tipo I y de $6.44 \text{ m}^3/\text{s}$ para una distribución de Pearson Tipo III.

CUADRO N° III PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA Y NO EXCEDENCIA PARA LOS CAUDALES MÍNIMOS PROMEDIOS ANUALES.

Probabilidad de excedencia (p)	Probabilidad de no excedencia (q)	Periodo de retorno en años.	Distribución Normal Q=M ³ /s	Gumbel Extremo Tipo I. Q=M ³ /s	Pearson Tipo III. Q=M ³ /s
0.01	0.9900	100.0	8.82	9.57	8.54
0.02	0.9800	50.0	8.53	9.02	8.33
0.04	0.9600	25.0	8.21	8.47	8.08
0.10	0.9000	10.0	7.72	7.72	7.67
0.20	0.8000	5.0	7.26	7.13	7.27
0.25	0.7500	4.0	7.08	6.93	7.11
0.50	0.5000	2.0	6.37	6.23	6.44
0.75	0.2500	1.3	5.67	5.68	5.7

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5 Media Móvil.

Siguiendo con el presente estudio en Boquete (Cuenca Alta del Río Caldera) en lo referente al análisis de caudales se requiere hacer un análisis cronológico comparativo de la serie, que consiste en la media móvil ponderada, los desvíos de cada año respecto a la media, los desvíos mínimos y máximos y los periodos normales, muy húmedos y muy secos.

En el Cuadro N° IV se muestran los cálculos para obtener la media móvil ponderada de 5 en 5 años, con registros pluviométricos anuales desde 1957 -2001. De la media móvil de este cuadro se obtiene un valor promedio, el cual es utilizado para obtener el cuadro N° V, en donde se registran los desvíos respecto a la media anual en mm y %. En este cuadro se puede observar aquellos años que presentaron un alto desvió respecto a la media (2005 con + 28.44 m³/s, es decir un + 259.3 % y 1960 con - 4.742 m³/s, es decir un - 43.22) y aquellos en los cuales hubo un bajo desvío respecto a la media (1957 con + 0.069 m³/s, es decir + 0.63 % y 2001 con - 0.579 m³/s, es decir - 5.28 %).

En la Figura N° 7, se observan los desvíos respecto a la media anual de las décadas en estudio, en la cual se puede notar que hubo años como: 1971, 1972, 1973, 1974, 2002, 2003 y 2005 (considerados períodos de caudales altos o de crecidas) y años como: 1960, 1961, 1963, 1977, 1982, 1983, 1985, 1991 (considerados períodos de bajo caudal o muy secos).

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

CUADRO N° IV MEDIA MÓVIL PONDERADA DE 5 EN 5 AÑOS.

AÑO	Caudal (m ³ /s)	MEDIA MÓVIL
1957	11.04	
1958	8.96	8.20
1959	8.40	7.72
1960	6.23	7.47
1961	6.39	7.44
1962	8.61	7.94
1963	7.74	8.71
1964	8.24	8.86
1965	8.70	9.41
1966	10.27	9.38
1967	9.36	9.60
1968	10.48	11.66
1969	8.09	13.67
1970	9.77	16.28
1971	20.58	18.31
1972	19.40	18.78
1973	23.57	16.70
1974	18.20	14.32
1975	12.16	11.48
1976	10.14	10.17
1977	7.54	9.95
1978	9.33	10.53
1979	11.68	10.66
1980	11.04	10.34
1981	13.05	10.30
1982	8.18	9.65
1983	7.78	8.94
1984	11.46	8.98
1985	7.79	10.15
1986	9.51	9.67
1987	8.38	9.92
1988	13.58	9.48
1989	9.09	9.45
1990	9.03	8.74
1991	7.29	8.88
1992	8.23	9.06
1993	10.07	9.99
1994	9.77	10.35
1995	9.93	10.40
1996	11.93	10.97
1997	10.04	11.31
1998	10.34	11.00
1999	12.61	11.99
2000	11.62	13.65
2001	10.39	13.71
2002	15.02	19.27
2003	18.64	Promedio: 10.97
2004	12.87	
2005	39.42	

Fuente: Elaboración Propia

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

CUADRO N° V DESVÍOS RESPECTO A LA MEDIA MÓVIL PONDERADA EN (mm y %).

AÑOS	Caudal (m ³ /s)	DESVÍOS	
		mm	%
1957	11.039	0.069	0.63
1958	8.957	-2.013	-18.35
1959	8.399	-2.571	-23.43
1960	6.228	-4.742	-43.22
1961	6.394	-4.576	-41.72
1962	8.611	-2.359	-21.51
1963	7.739	-3.231	-29.45
1964	8.240	-2.730	-24.89
1965	8.705	-2.265	-20.65
1966	10.275	-0.695	-6.34
1967	9.359	-1.611	-14.68
1968	10.483	-0.487	-4.44
1969	8.093	-2.877	-26.22
1970	9.773	-1.197	-10.91
1971	20.576	9.606	87.57
1972	19.404	8.434	76.88
1973	23.571	12.601	114.87
1974	18.203	7.233	65.93
1975	12.163	1.193	10.88
1976	10.143	-0.828	-7.54
1977	7.536	-3.434	-31.31
1978	9.334	-1.636	-14.91
1979	11.680	0.710	6.47
1980	11.043	0.073	0.67
1981	13.045	2.075	18.92
1982	8.177	-2.793	-25.46
1983	7.778	-3.193	-29.10
1984	11.463	0.493	4.50
1985	7.790	-3.180	-28.99
1986	9.513	-1.458	-13.29
1987	8.381	-2.589	-23.60
1988	13.584	2.614	23.83
1989	9.088	-1.883	-17.16
1990	9.034	-1.936	-17.65
1991	7.292	-3.678	-33.53
1992	8.233	-2.737	-24.95
1993	10.074	-0.896	-8.17
1994	9.773	-1.197	-10.91
1995	9.927	-1.043	-9.51
1996	11.931	0.961	8.76
1997	10.044	-0.926	-8.44
1998	10.337	-0.633	-5.77
1999	12.607	1.637	14.92
2000	11.617	0.647	5.89
2001	10.391	-0.579	-5.28
2002	15.016	4.046	36.88
2003	18.638	7.668	69.90
2004	12.873	1.903	17.35
2005	39.416	28.446	259.31

Fuente: Elaboración Propia

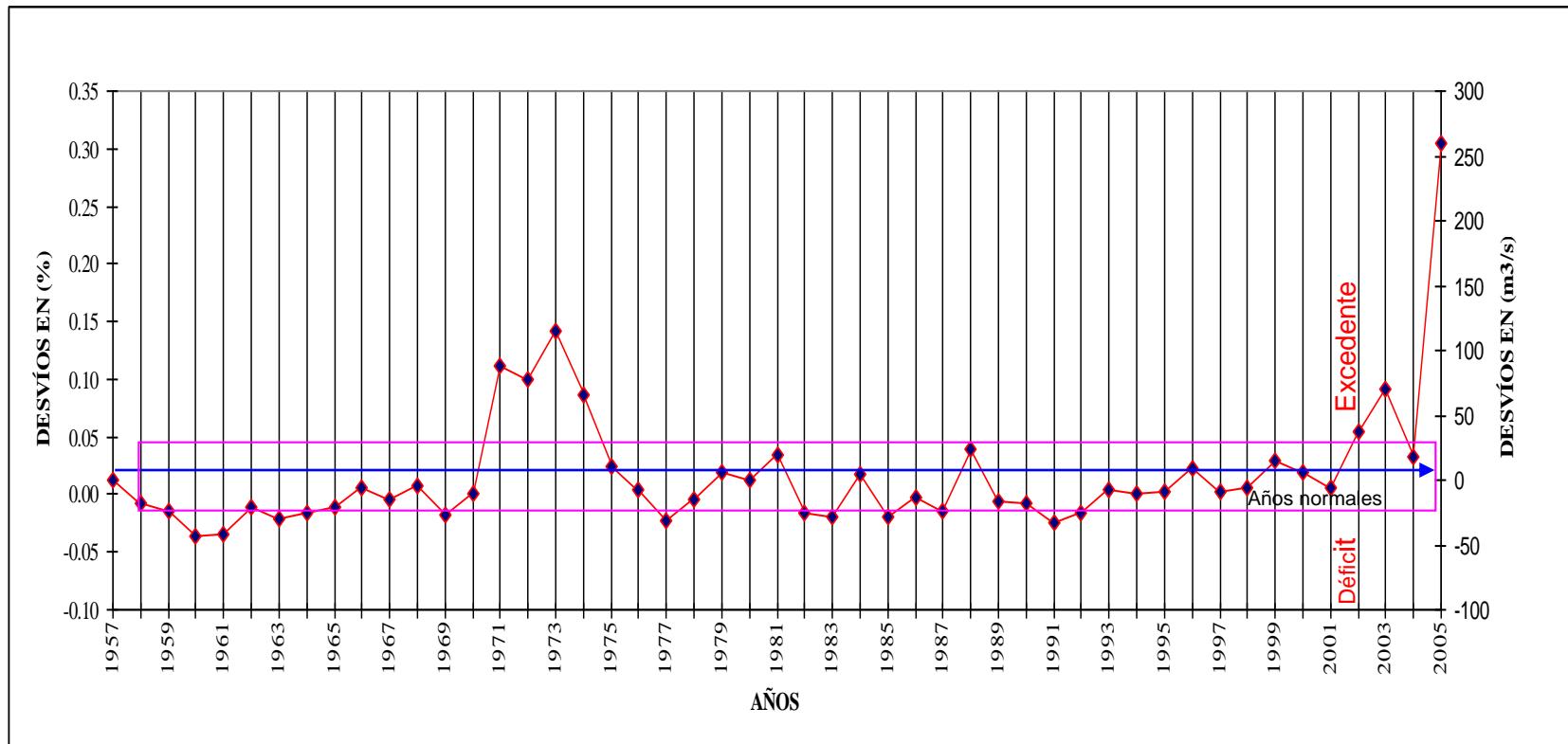
**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

En el Cuadro N° VI se presenta de una manera más definida aquellos años que registraron caudales normales (69.4%), caudales extremadamente altos o crecidas (14.3 %), y caudales extremadamente bajos o secos (16.3 %). Esto nos indica que existe un equilibrio entre los años con caudales altos y los años con caudales bajos o secos, lo que indica que el área ha presentado mucha regularidad en la distribución anual de los caudales, siendo los caudales altos provocadores de crecidas, es decir que en los 49 años de registro pluviométrico los caudales se han distribuido uniformemente.

Años de caudales altos se consideran aquellos cuyos desvíos en % sea superior al + 26.6, los cuales serían 1971, 1972, 1973, 1974, 2002, 2003 y 2005 y años de bajo caudal secos con desvíos inferior a -26.6 y que son 1960, 1961, 1963, 1977, 1982, 1983, 1985, 1991; años con caudales normal son aquellos cuyo desvío en % está en torno a la media \pm 26.6.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

FIGURA N° 7 DESVIOS RESPECTO A LA MEDIA ANUAL EN (mm) Y (%) DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CALDERA.



Fuente: Elaboración Propia

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**CUADRO N° VI CARÁCTERISTICAS DE LOS CAUDALES PROMEDIOS
MENSUALES.**

AÑO	AÑO NORMAL	EXCEDENTE (m)	DÉFICIT (mm)
1957	Normal		
1958	Normal		
1959	Normal		
1960			-1.832
1961			-1.666
1962	Normal		
1963			-0.321
1964	Normal		
1965	Normal		
1966	Normal		
1967	Normal		
1968	Normal		
1969	Normal		
1970	Normal		
1971		6.696	
1972		5.524	
1973		9.691	
1974		4.323	
1975	Normal		
1976	Normal		
1977			-0.524
1978	Normal		
1979	Normal		
1980	Normal		
1981	Normal		
1982			0.117
1983			-0.283
1984	Normal		
1985			-0.270
1986	Normal		
1987	Normal		
1988	Normal		
1989	Normal		
1990	Normal		
1991			-0.768
1992	Normal		
1993	Normal		
1994	Normal		
1995	Normal		
1996	Normal		
1997	Normal		
1998	Normal		
1999	Normal		
2000	Normal		
2001	Normal		
2002		1.136	
2003		4.758	
2004	Normal		
2005		25.536	

Fuente: Elaboración Propia

3.2.6 Tiempo de concentración.

Se atribuye comúnmente el tiempo de concentración o tiempo de respuesta de una cuenca a una tormenta, al lapso de tiempo que tarda una partícula de agua caída en el punto de la cuenca más alejado (según recorrido de drenaje) del desagüe en llegar a este. Esto no se corresponde con el fenómeno real, pues puede haber puntos de la cuenca en los que el agua caída tarde más en llegar al desagüe que el más alejado. A demás, debe tenerte claro que el tiempo de concentración de una cuenca no es constante; depende, como indican Marco y Reyes (1992), Heras (1976), Lamas (1993) de la intensidad de la lluvia y de las características de la cuenca.

Todas estas expresiones producen resultados muy diferentes, ya que fueron deducidas para cuencas con características muy específicas para cada área, pero se considera que la que más se ajusta a las condiciones imperantes en la cuenca del río caldera, es la de California Calvero Practice, la cual esencialmente es la ecuación de Kirpich modificada, desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California Estados Unidos.

3.2.6.1 Tiempo de concentración para el cauce principal y los principales afluentes de la cuenca alta del Río Caldera.

La aplicación de métodos matemáticos basados en características morfológicas y geométricas en la cuenca del Río Caldera, para obtener el tiempo de concentración, para el cauce principal y de sus principales tributarios desde sus nacimientos hasta un punto de confluencia en la parte superior al poblado de Boquete (antiguo puente ubicado cerca del Hotel Panamonte); dio como resultado lo siguiente:

En el cuadro N° VII se presentan los tiempos de concentración estimados por medio de métodos matemáticos, aplicados para el cauce principal del Río Caldera, en el cual se observa que al caer una precipitación que produzca algún grado de escorrentía, ésta tardará alrededor de 88 minutos en promedio, en llegar al punto de confluencia seleccionado para este estudio (Antiguo Puente ubicado cerca del Hotel Panamonte).

Lo que nos indica esto, que la cuenca alta del río Caldera, tiene una respuesta rápida a la evacuación de volúmenes de escorrentía de su área de captación, por poseer características geomorfológicas únicas como lo es tener su nacimiento a más de 2900 m.s.n.m, tener 17.3 por ciento de su territorio en elevaciones superiores a los 2000 m.s.n.m y ostentar más del 68.6 por ciento de su territorio en elevaciones superiores a los 1000 m.s.n.m., como también tener una

pendiente de su cauce principal de 76 por ciento, además de conservar 40.6 por ciento de su territorio con pendientes ubicadas en rangos que van de 45-75 por ciento y 25.6 por ciento de su territorio con pendientes oscilantes en rangos de 20-45 por ciento, lo que la hace ser, una cuenca que provoca altas velocidades en la evacuación del volumen de escorrentía, considerándose una río torrentoso, en el cual se deben tomar las medidas preventivas para evitar posibles riesgos de desbordamientos.

**CUADRO N° VII TIEMPO DE CONCENTRACIÓN SEGÚN DIFERENTES MÉTODOS
MATEMÁTICOS APLICADOS PARA EL CAUCE PRINCIPAL EN LA
CUENCA DEL RÍO CALDERA.**

MÉTODO.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN EN MINUTOS
Fórmula de Rouse	18.32
Fórmula de Benham	234.12
Fórmula de Clark	1.82
Fórmula de Temes	2.03
Fórmula de Kirpich	217.80
Fórmula California Calvero	52.69
Tiempo Concentración Promedio	87.80

Fuente: Elaboración Propia

Saénz (1981), señala que las inundaciones naturales pueden resultar a su vez como causa de la reducción de la capacidad de los canales de descarga, reducción de la barrera de contención, meandros o cambios de dirección, o canales indefinidos, como el grado de sedimentación (lodos) en el fondo de un canal llamado azolve; la sección de la inundación puede cambiar de un periodo de años a otro lugar a lo largo del fondo de río (cama) que no es estable.

En el Cuadro N° VIII se presentan los tiempos de concentración estimados por medio de métodos matemáticos, aplicados para los principales afluentes de la cuenca alta del Río Caldera, en el cual se observa que al caer una precipitación que produzca algún grado de escorrentía, para lo que es el Río Palo Alto tarda en promedio 56.5 minutos en llegar al punto de confluencia, el río Pianista demora alrededor de 56.4 minutos, mientras que la quebrada Palomo 56.8 minutos, los cuales nos

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

indica que tres de los principales afluentes del Río Caldera tienen tiempos de concentración similar.

CUADRO N° VIII TIEMPO DE CONCENTRACIÓN PARA LAS MICRO CUENCAS DE LA SUB CUENCA DEL RÍO CALDERA.

SUB-CUENCA.	FÓRMULAS						Media en (minutos)
	Fórmula de Rouse (minutos)	Fórmula de Benham (minutos)	Fórmula de Clark (minutos)	Fórmula de Temes (minuto)	Fórmula de Kirpich (minutos)	Fórmula de California Calvero (minutos)	
Río Palo Alto.	3.0	185.05	0.99	1.10	120.4	28.6	56.51
Río Pianista.	4.0	225.97	1.66	1.85	57.1	48.1	56.44
Qda. Palomo	3.9	205.48	1.30	1.44	91.1	37.5	56.81
Qda. Horqueta	5.6	215.08	1.45	1.63	103.5	42.3	61.58
Qda. La Mina.	9.3	239.05	1.84	2.14	107.5	55.6	69.23
Qda. Tormenta	9.3	239.05	1.84	2.14	107.5	55.6	69.23
Qda Alto Caldera	20.5	244.37	2.03	2.26	194.9	58.9	87.15
Qda. Becuet.	8.4	216.74	1.48	1.66	149.2	43.1	70.11
Qda Landau.	8.4	213.51	1.44	1.59	159.6	41.5	71.00
Qda. Velo.	5.1	203.06	1.26	1.40	126.1	36.4	62.21
Qda. Callejón Seco	6.5	232.05	1.79	1.98	79.4	51.5	62.21

Fuente: Elaboración Propia

Según Saénz (1981) dice que la confluencia de tributarios (canales naturales de descarga) son potencialmente áreas de inundación; como se ha dicho las corrientes de los canales tributarios pueden ser inducidos por una tempestad o coincidir y resultar en una inundación por una tormenta local de poca intensidad, máxime si tales cuencas se hayan deforestadas o altamente erosionadas.

La quebrada Horqueta 61.5 minutos, la quebrada La Mina 69.3 minutos , la quebrada Tormenta 69.3 minutos, quebrada Alto Caldera 87.1 minuto, quebrada Becuet 70.1 minuto, quebrada Landau 71.0 minuto, quebrada el Velo 62.2 minutos y quebrada Callejón Seco 62 minutos, notándose que todas tienen valores cercanos al promedio para el total de tiempos de concentración de la sub-cuencas, que es de 65 minutos, lo que nos indica de que si se da una

precipitación uniforme en toda la cuenca alta del río Caldera, tendríamos en el punto de confluencia once crecidas simultáneas , para convertirse en una súper avenida en un solo cauce. Señala Saénz (1981), señala que la extensión de una inundación depende de las cantidades y duración de la precipitación caída, y de la naturaleza de los suelos en que actúa. El punto o foco de la precipitación es mayor que el promedio del tamaño del área afectada, esto es, hay centros de tormentas en que la precipitación es mayor que en áreas aledañas. Por lo que el camino o dirección del centro de la tempestad influencia grandemente en cualquier inundación resultante.

3.2.7 Desequilibrio Hidrológico.

Con respecto al comportamiento hidrológico de la subcuenca del Río Caldera se compararon cuatro periodos decadales de escorrentía para los cuales se mantiene data: 1957-1966, 1967-1976, 1977-1986, 1987-1996 y se presenta adicional un periodo de cinco años que comprende el periodo de 1997-2001; las variables analizadas fueron: caudales máximos promedios, mínimos promedios mensuales, caudales promedio y máximos Instantáneos todos en m^3/s .

CUADRO N° IX DESEQUILIBRIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CALDERA.

Periodos	Máximo promedio	Mínimo promedio	Promedio	Máximos Instantáneo
	Mensual $m^3/seg.$	Mensual $m^3/seg.$	Mensual $m^3/seg.$	m^3/s
a) 1957-1966	35.39	5.26	8.46	124.00
b) 1967-1976	60.79	6.74	14.18	177.55
c) 1977-1986	72.24	6.19	9.74	196.84
d) 1987-1996	44.92	6.60	9.73	121.74
e) 1997-2001	48.58	7.51	11.00	97.69

Fuente: Elaboración Propia

Al analizar el cuadro N° IX, se aprecia que los valores de los máximos promedios mensuales para el periodo 1967-1976, fueron superiores en 71.8 por ciento a el periodo 1957-1966; además se observa que, en lo que se refiere, a los mínimos promedios mensuales se dio la misma respuesta de los caudales en estas décadas, pero con una diferencia de solo 28.0 por ciento; en cuanto a los promedios anuales también registraron un aumento con respecto a la década anterior de 67.6 por ciento lo que indica que la cuenca en este periodo de tiempo perdió capacidad de infiltración, en

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

cuanto a los máximos instantáneos la década 1967-1976 registró 43.2 por ciento más que la década de 1957-1966.

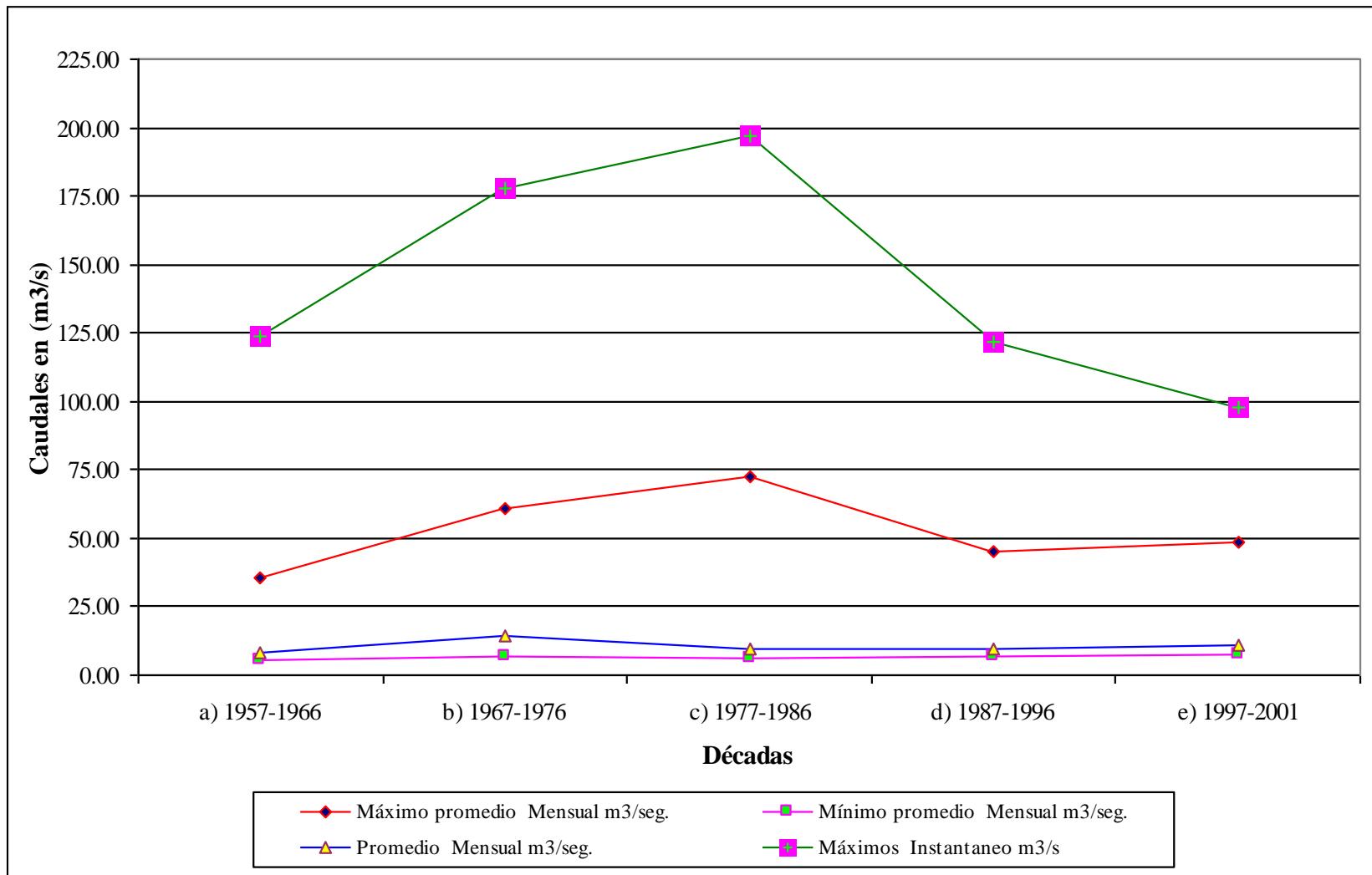
En la década de 1967-1976 se observa que los caudales máximos promedio mensual fueron inferiores en 18.4 por ciento a los registrados en la década 1977-1986, en lo que se refiere, a los mínimos promedios mensuales, la década de 1967-1976 registró caudales mínimos superiores en 8.11 por ciento a los registrados en la década de 1977-1986; de igual manera los caudales promedios de la década de 1967-1976 registró caudales superiores en 31.33 por ciento a los registrados en la década de 1977-1986, lo que evidencia el desequilibrio hidrológico de la cuenca alta del Río Caldera, en lo que se refiere a los máximos instantáneos la década de 1977-1986 registró más 10.8 por ciento que la década de 1967-1976.

En la década de 1987-1996 se observa que los caudales máximos promedio mensual fueron inferiores en 37.8 por ciento a los registrados en la década 1977-1986, en cuanto a los mínimos promedios mensuales, la década de 1987-1996 registró 6.6 por ciento más que la década de 1987-1996; y en lo que se refiere a los promedios de las décadas 1977-1986 y 1987-1986 el promedio se mantuvo constante, con una mínima diferencia de 0.04 por ciento y en lo que se refiere a los caudales máximos instantáneos la década 1977-1986 registró caudales superiores en 38 por ciento a la década de 1986-1996.

En la figura N° 8 se muestran las curvas de comportamientos de los caudales en la subcuenca del Río Caldera en Boquete, en la cual se observa que los caudales promedio se han mantenido a través de las décadas constantes y de igual manera los caudales mínimos promedios; sin embargo, este no ha sido el caso de los caudales máximos promedios y de los máximos instantáneos que muestran alteraciones mayores a través de las décadas.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

FIGURA N° 8 DESEQUILIBRIO HIDROLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CALDERA (BOQUETE).



Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.1 Análisis décadal del caudal mensual en la cuenca alta del Río Caldera.

Para ver la variación que han tenido los caudales de la sub-cuenca del Río Caldera se obtuvo un promedio decenal mensual y se graficaron de los caudales registrados desde 1957 a 2001.

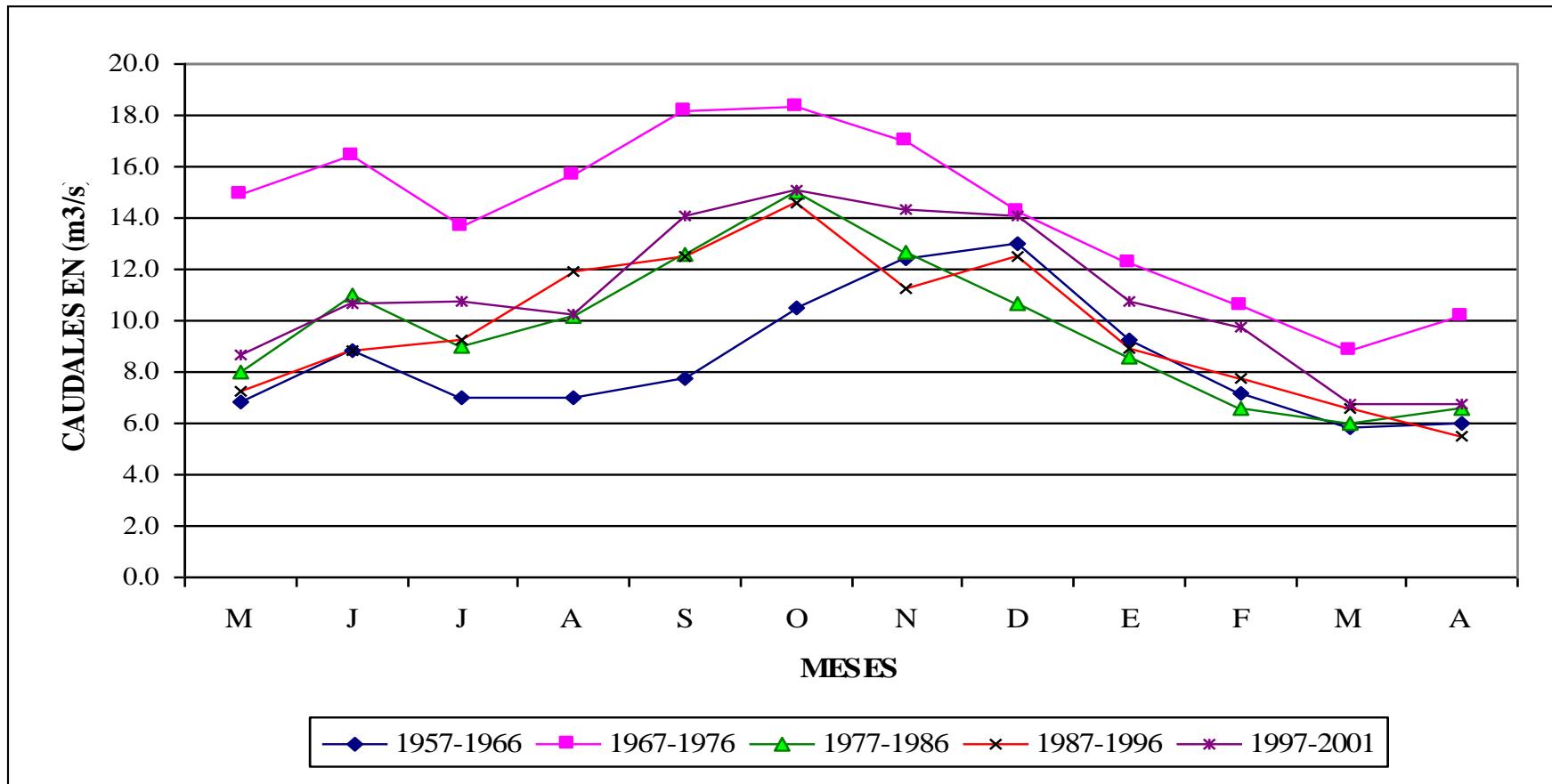
Con respecto al comportamiento hidrológico y para el caso específico de la sub-cuenca del Caldera, se compararon cuatro periodos decenales de escorrentía mensual: 1957-1966, 1967-1976, 1977-1986, 1987- 1996 y un periodo de cinco años que comprende 1997-2001, se analizó los promedios mensuales, los máximos mensuales y los mínimos mensuales, lo que dio por resultado lo siguiente:

En lo que se refiere a los caudales promedios, la primera década es la que registra valores más bajos, con un promedio décadal de $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$, la segunda década es la que registra los caudales promedios más altos con un promedio décadal de $14.2 \text{ m}^3/\text{s}$, las décadas analizadas en general siguen el mismo patrón, pero con valores diferentes, caudales promedios altos en los meses de junio y octubre y bajos en los meses de febrero a abril, esto se puede observar en la Figura N ° 9

Al analizar los caudales máximos en la Figura N° 10, se encontró que los caudales máximos más altos, en la sub-cuenca del Río Caldera se dan en los meses de junio y de octubre a diciembre, y el promedio mensual de los valores de una década con la otra no es similar, debidos quizás a los usos de la tierra de un año con otro. En cuanto los caudales mínimos promedios mensuales en la sub-cuenca del río Caldera, se tiene que los más bajos se dan en los meses de febrero a mayo, esto se aprecia en la Figura N° 11.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

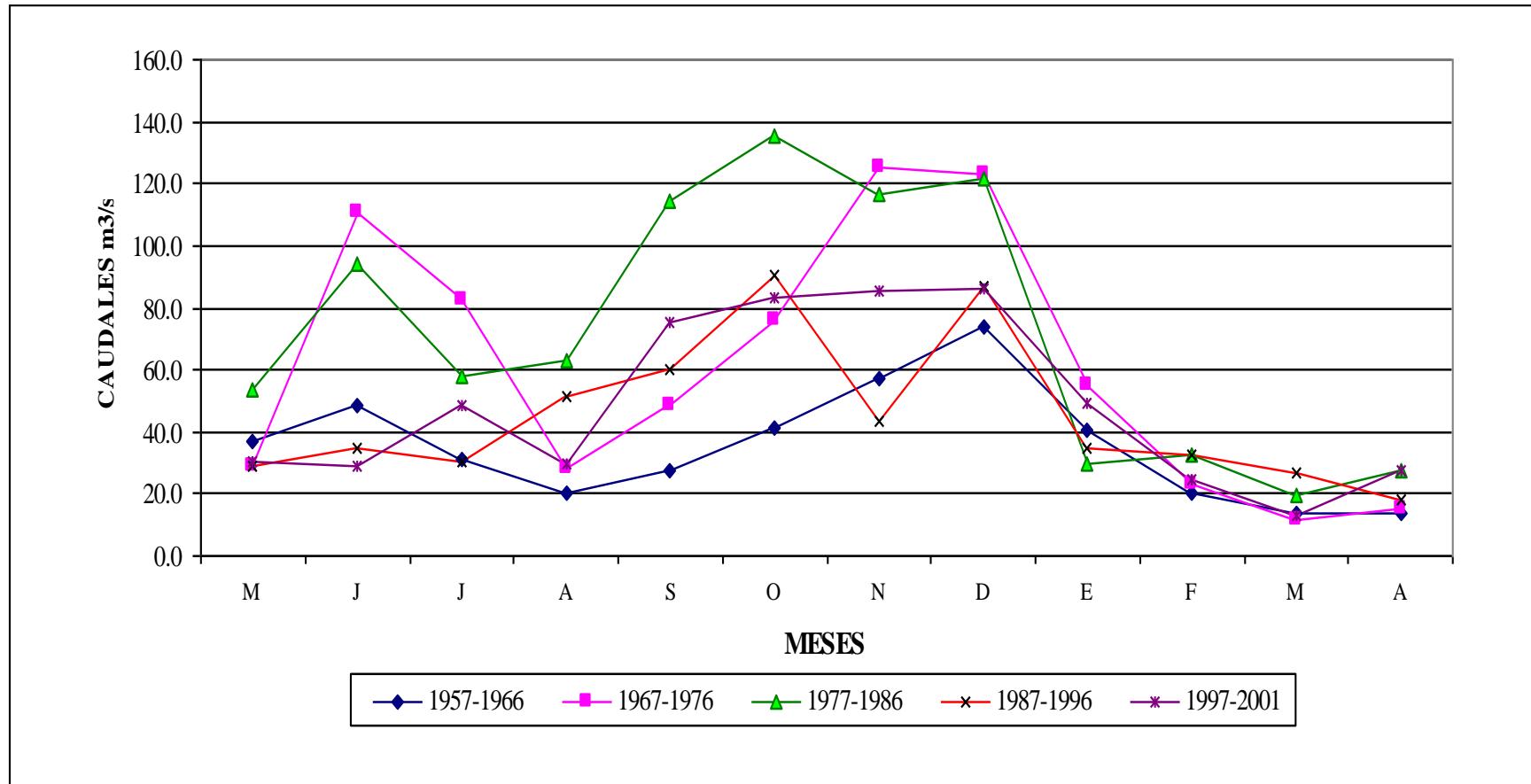
FIGURA N°9 DISTRIBUCIÓN DE LOS CAUDALES PROMEDIOS DECADALES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CALDERA.



Fuente: Elaboración Propia

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

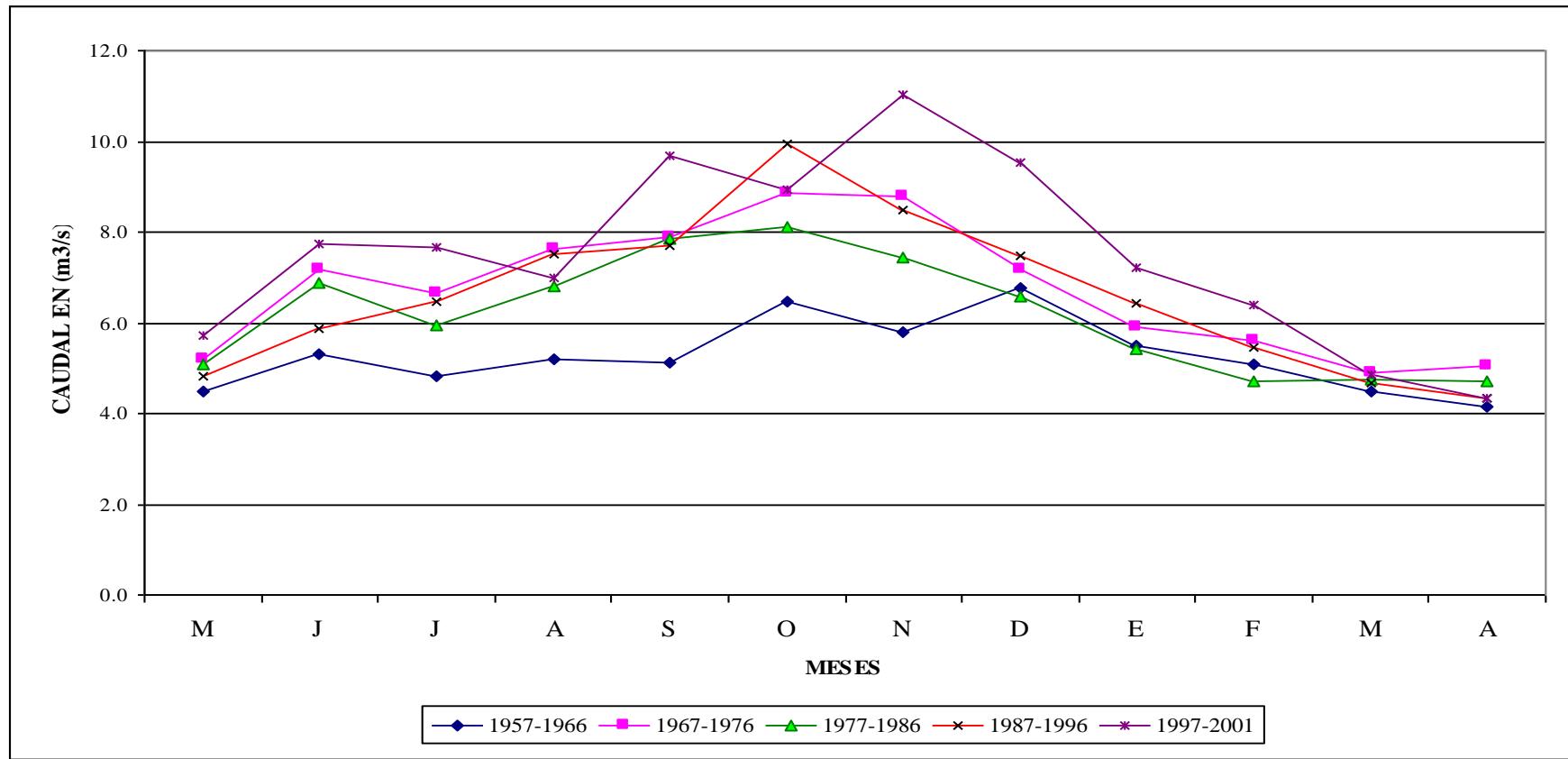
FIGURA N° 10 DISTRIBUCIÓN DE LOS CAUDALES MÁXIMOS PROMEDIOS DECADALES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CALDERA.



Fuente: Elaboración Propia

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

FIGURA N° 11 DISTRIBUCIÓN DE LOS CAUDALES MÍNIMOS PROMEDIOS DECADALES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CALDERA.



Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.2 Relación entre la precipitación y la escorrentía.

En la cuenca alta del Río Caldera se da la siguiente (cuadro N° X) relación entre la precipitación mensual (mm) y escorrentía en (mm), para efecto de este punto se tiene el supuesto que toda la precipitación que cae sobre la cuenca se convierte en escorrentía.

CUADRO N° X. PRECIPITACIÓN Y ESCORRENTÍA PARA LAS DÉCADAS 1967-1976, 1977-1986, 1987-1996, 1997-2001 REGISTRADAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CALDERA.

PERIODO		MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1967-1976	Precipitación.	332.2	352.3	233.0	312.6	450.8	480.0	209.1	92.4	33.9	31.6	57.7	104.3	224.1
	Escorrentía	127.4	165.0	130.6	130.0	144.2	195.1	231.6	242.4	172.6	133.7	108.2	112.0	157.7
	Coef. Esc.en %	38.3	46.8	56.1	41.6	32.0	40.6	110.8	262.4	509.8	422.8	187.6	107.4	154.7
1977-1986		MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	
	Precipitación.	332.2	352.3	233.0	312.6	450.8	480.0	209.1	92.4	33.9	31.6	57.7	104.3	224.1
	Escorrentía	149.2	205.4	167.2	189.4	234.8	280.0	235.8	199.3	159.4	122.3	112.4	123.3	181.5
1987-1996		MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	
	Precipitación.	282.2	318.9	229.8	347.2	431.9	426.1	208.5	132.1	57.5	31.4	54.9	85.6	217.2
	Escorrentía	134.7	165.0	171.8	221.6	232.5	272.7	210.2	232.5	166.2	145.1	123.1	102.2	181.5
1997-2001		MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	
	Precipitación.	263.9	358.2	217.2	298.4	522.4	468.5	259.0	179.7	103.0	56.0	33.7	119.3	239.9
	Escorrentía	161.2	199.7	199.8	191.2	262.9	281.4	267.1	263.3	200.9	181.9	126.5	125.3	205.1
	Coef. Esc. En %	61.1	55.7	92.0	64.1	50.3	60.1	103.1	146.5	195.1	324.6	375.7	105.0	136.1

Fuente: Elaboración Propia

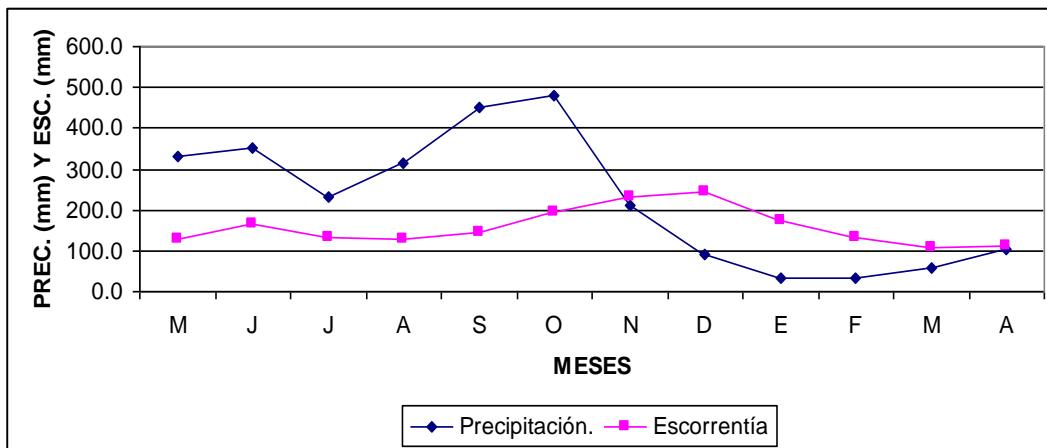
Para comparar la relación que tienen la precipitación y la escorrentía en la cuenca alta del Río Caldera, se procedió a separar los registros de escorrentía y precipitación en tres décadas y un periodo de cinco años que son: 1967-1976, 1977-1986, 1987-1996 y el periodo 1997-2001; luego se tomaron los promedios de cada década tanto para precipitación como para la escorrentía y se graficaron, encontrándose que:

La lámina escurrida en la década 1967-1976 presentó su máxima crecida en diciembre y su mínima en marzo-abril –mayo (ver figura N° 12.), además podemos apreciar que el caudal se mantiene constante de octubre hasta el mes de diciembre, a pesar de que las lluvias bajan su

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

intensidad desde noviembre, lo que indica que la cuenca tenía buena capacidad de retención o almacenamiento.

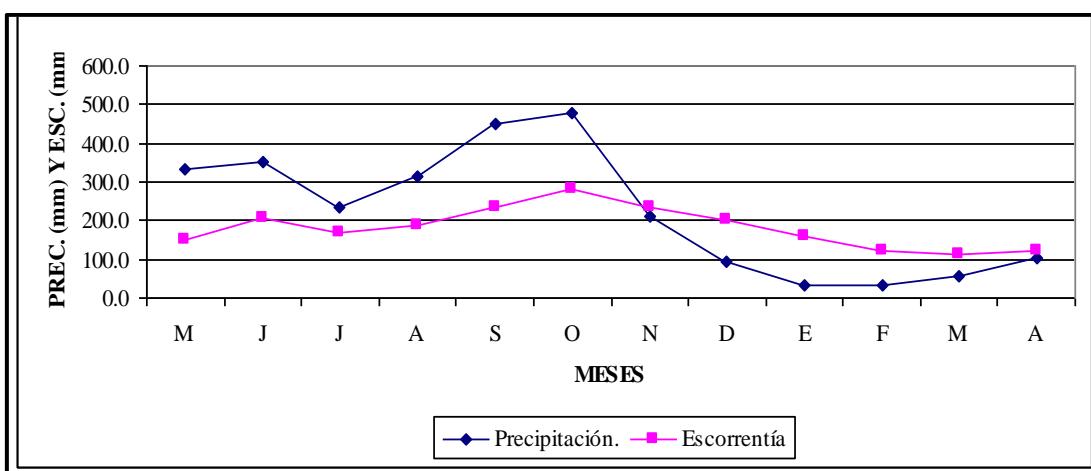
FIGURA N^a 12 COMPARACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN VS LA ESCORRETÍA (PERÍODO 1967-1976)



Fuente: Elaboración Propia

Para la década de 1977-1986, la lámina escurrida promedio presentó crecidas en el mes de junio y octubre y su mínima crecida en febrero y marzo (Ver figura N° 13).

FIGURA N^o 13 COMPARACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN VS LA ESCORRETÍA (PERÍODO 1977-1986)



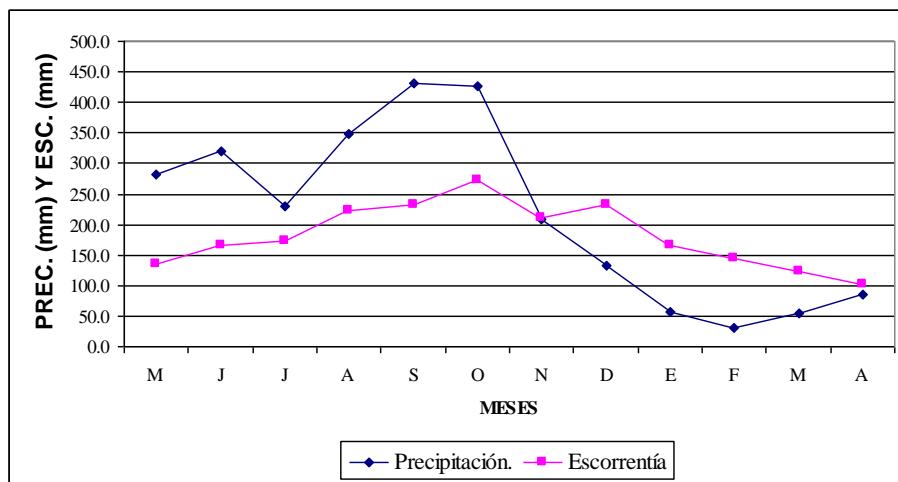
Fuente: Elaboración Propia

Para la tercera década 1987-1996, la lámina escurrida promedio máxima se presenta en los meses de agosto, septiembre, octubre y diciembre; mostrándose de una manera marcada, el desequilibrio

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

hidrológico del área de Boquete (cuenca alta del Río Caldera), que en las décadas anteriores. (Ver figura N° 14).

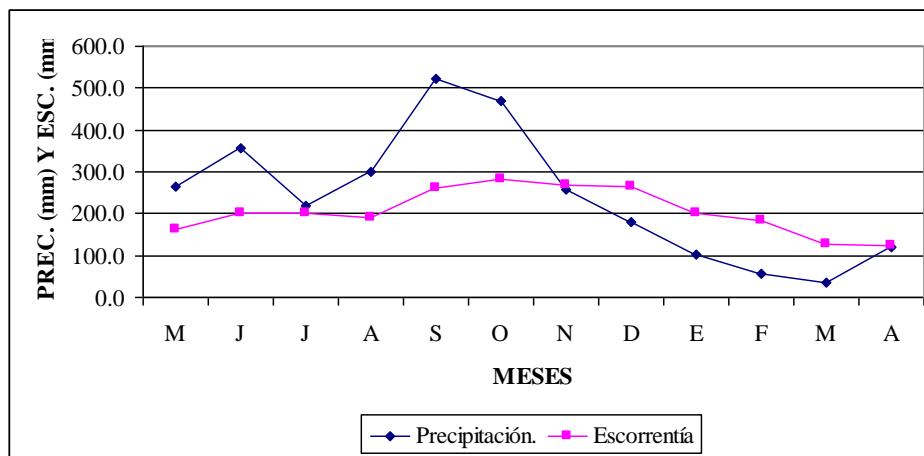
**FIGURA N° 14 COMPARACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN VS LA ESCORRETÍA
(PERÍODO 1987-1996)**



Fuente: Elaboración Propia

Y para el periodo de cinco años de 1997-2001, se nota la continuación en el desequilibrio hidrológico, que se notaba desde la década anterior, encontrándose crecidas de láminas máximas en los meses de septiembre, octubre y noviembre. (Ver figura N° 15).

**FIGURA N° 15 COMPARACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN VS LA ESCORRETÍA
(PERÍODO 1997-2001).**

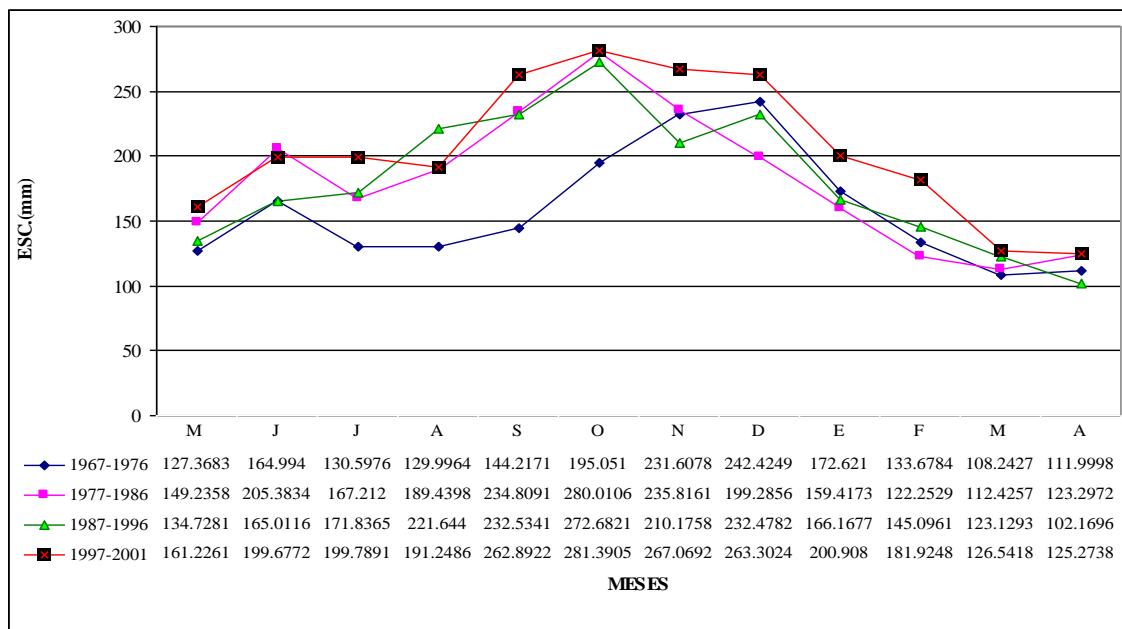


Fuente: Elaboración Propia

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

Al comprar la lámina escurrida en las cuatro décadas podemos observar la variación que se da en algunos meses con respecto a las demás décadas, esto se puede apreciar en la Figura N° 16

FIGURA N° 16 DIFERENCIA DE LA LÁMINA PROMEDIO ESCURRIDAS EN LOS CUATRO PERIODOS EN ESTUDIO.



Fuente: Elaboración Propia

Al continuar analizando relación que mantiene la precipitación media y escorrentía media de la cuenca alta del Río Caldera se presenta el cuadro N° XI, en el cual se pueden observar la precipitación media anual, la escorrentía media anual y el coeficiente de escorrentía anual como también décadal.

Para la primera década (1967-1976) el coeficiente de escurrimiento presenta un valor máximo de 189.29 por ciento y mínimo de 52.49 por ciento respectivamente. El promedio de este coeficiente en todo el periodo fue de 106.77 por ciento.

El coeficiente de escorrentía para la segunda década (1977-1986) se mantuvo en un rango de 95.61 y 72.05 por ciento; mientras que el promedio fue de 81.22 por ciento.

**CUADRO N° XI PRECIPITACIÓN MEDIA, ESCORRENTÍA MEDIA EN (mm) Y
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA PARA LA CUENCA DEL RÍO CALDERA (1967-
2001).**

Año	Prec.(mm)	Esc. Media (mm)	Coef. Esc. (%)
1967	2642.27	2094.34	79.26
1968	3314.87	2345.74	70.76
1969	3450.53	1811.07	52.49
1970	3983.33	2186.98	54.90
1971	2895.70	4604.40	159.01
1972	2286.13	4342.05	189.93
1973	3742.77	5274.52	140.93
1974	2712.00	4073.17	150.19
1975	3609.40	2721.79	75.41
1976	2394.53	2269.59	94.78
Media décadal	3103.15	3172.36	106.77
1977	1868.80	1686.29	90.23
1978	2823.50	2088.70	73.98
1979	3509.10	2613.63	74.48
1980	2977.93	2471.16	82.98
1981	3053.10	2919.08	95.61
1982	2314.83	1829.69	79.04
1983	2415.53	1740.37	72.05
1984	3220.10	2565.15	79.66
1985	2138.23	1743.17	81.52
1986	2576.43	2128.61	82.62
Media décadal	2689.76	2178.59	81.22
1987	2434.27	1875.38	77.04
1988	3185.08	3039.73	95.44
1989	2465.83	2033.51	82.47
1990	2622.63	2021.57	77.08
1991	2615.80	1631.65	62.38
1992	1803.47	1842.37	102.16
1993	2641.07	2254.29	85.36
1994	2191.60	2186.98	99.79
1995	3016.97	2221.29	73.63
1996	3083.80	2669.76	86.57
Media décadal	2606.05	2177.65	84.19
1997	2372.00	2247.6	94.755
1998	2832.40	2313	81.663
1999	3671.70	2821	76.831
2000	2652.15	2599.5	98.013
2001	2276.40	2325.2	102.14
Media	2760.93	2461.2	90.681

Fuente: Elaboración Propia

Para lo que fue la tercera década en estudio (1987-1996) el coeficiente de escorrentía se situó entre 102.16 y 62.38 por ciento, mientras que el promedio décadal fue de 84.19 por ciento, y para el periodo de cinco años 1997-2001 el coeficiente de escorrentía se ubicó entre 102.14 por ciento como valor máximo y 76.83 por ciento como valor mínimo, con un porcentaje de 90.68 por ciento

3.2.8 Rendimiento de la cuenca Alta del Río Caldera.

Para determinar el rendimiento de la parte alta de la Cuenca del río Caldera se realizó la estimación del caudal específico, el cual es el aporte de cada una de las subcuenas que se encuentran dentro de la cuenca Alta del río Caldera.

Como para este estudio hidrológico solo se contaba con los registros pluviométricos de la totalidad de la cuenca, registrados en la estación 108-02-06 ubicada arriba del puente el Wilson (Toma de agua hidroeléctrica Estrella Los Valles), se procedió a hacer un traslado de caudales para las principales subcuenas. Para observar los rendimientos obtenidos para el Río Caldera, referirse al cuadro N° XII.

CUADRO N° XII. RENDIMIENTO DE LOS PRINCIPALES AFLUENTES DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CALDERA EN l/s/Km².

Sub-cuenca	Área Km²	Longitud cauce Km.	Caudal (m³/s.)	Q = l/s/Km².
Río Palo Alto	16	7.5	1.25	9.01
Río Pianista	6.5	6.0	0.51	3.66
Qda. Palomo	7.5	10	0.59	4.22
Qda. Horqueta	12.75	9.5	1.00	7.18
Qda. La Mina.	6.6	12.5	0.52	3.72
Qda. Tormenta.	3.75	12.5	0.29	2.11
Qda. Becuet	4.7	14	0.37	2.65
Qda. Landau	7.5	14.5	0.59	4.22
Qda. Velo	9.6	10	0.75	5.41
Qda. Callejón Seco	7.3	9	0.57	4.11
Qda. Grande	11	14.5	0.86	6.196
Cuenca Alta Caldera.	139	25	10.88	78.27

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Las longitud de los cauces de las subcuenas se obtuvieron hasta un punto de confluencia antiguo Puente que se ubicaba cerca del Hotel Panamonte (carretera hacia Jaramillo Arriba), punto ubicado arriba de la población de Boquete.

3.3 Aforo esporádico en temporada seca en el sitio preciso de la obra en cauce solicitada

Cálculos Y Resultados De Aforo Río Caldera

1. Distancia (longitud) 10 metros, para la sección seleccionada
2. Datos de Tiempo en la sección seleccionada

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

Datos de Tiempo	
Repeticiones	Tiempo (s)
1	10.51
2	10.06
3	9.88
4	10.45
5	9.85
6	9.56
7	9.73
8	9.03
9	9.52
10	10.45
11	9.85
Promedio	9.90

3. Datos de área de la sección

Sección (Cauce del Río Caldera)	
Ancho del Cauce en metros	Profundidad Promedio en Metros
9	0.34

Cálculo del área de la sección transversal

Para ello se emplea la expresión:

$$A = B \times H,$$

donde:

a, b, c son las profundidades del cauce.

B = ancho del cauce.

A = área buscada.

H = altura promedio de $(a + b + c) / 3$.

Cálculo del Área la Sección Seleccionada

$$A = B * H$$

$$A = 9 * 0.34$$

$$\mathbf{A = 3.06 m^2}$$

Cálculo de la Velocidad

$$V = d/t$$

Factor de Corrección 0.8

Sección Seleccionada

$$V = 10 \text{ m} / 9.90 \text{ s}$$

$$V = 1.01 \text{ m/s}$$

Velocidad Corregida

$$V_c = 1.01 \text{ m/s} * 0.8$$

$$\mathbf{V_c = 0.808 \text{ m/s}}$$

Cálculo del Caudal

$$Q = A \times V_c$$

Sección Seleccionada

$$Q = A * V_c$$

$$Q = 3.06 \text{ m}^2 * 0.808 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{Q = 2.47 \text{ m}^3/\text{s}}$$

4. DESCRIPCIÓN CLIMATICA DE LA CUENCA

4.1 Clima

Los patrones de clima del mundo se clasifican normalmente con el Plan de Clasificación Climático de Köppen utilizando la temperatura media anual y los datos de precipitación. De acuerdo con este sistema de clasificación, Panamá es una mezcla de climas de "corta estación seca" (Am) y "tópicos mojado y seco" (Aw).

La mayor parte de la Provincia de Chiriquí se caracteriza por estar en un clima tropical húmedo (Ami) con influencia del monzón (régimen de vientos): con lluvia anual > 2250 mm con 60% concentrada en los 4 meses más lluviosos en forma consecutiva, algún mes con lluvia < 60 mm y una temperatura media del mes más fresco mayor a los 18° C. Para una pequeña parte en la región oriental muestra un clima tropical de sabana (Aw): lluvia anual > 1000mm, varios meses con lluvia < 60mm, para la región fronteriza se denota un clima tropical muy húmedo (Afi): todos los meses con lluvia > 60mm. Temperatura media del mes más fresco > 18° C. Además de un clima templado muy húmedo: Todos los meses con lluvia > 60mm, temperatura media del mes más fresco > 18° C, determinada por la altura del lugar.

De acuerdo con la clasificación de climas de Koppen, en el área de estudio se ubican dentro de este grupo climático básico que es:

A. Climas Tropicales

Ami - Clima Tropical Húmedo: Con influencia de monzón (régimen de vientos). Precipitación anual mayor de 2250 mm y con 60% de las precipitaciones concentradas en los cuatro (4) meses

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

más lluviosos en forma consecutiva; puede haber algún mes con precipitación menor de 60 mm. Temperatura media, del mes más fresco, mayor de 18 °C.

4.1.2 Velocidad y Dirección del Viento.

La velocidad del viento registrada en la estación Bajo Grande indica que durante la temporada seca la dirección del viento equivale a los vientos alisios del noreste, mientras que en la temporada lluviosa predominan los vientos del sur, originando una convergencia intertropical que regulariza el periodo de lluvias y sequías.

La velocidad promedio corresponde a 0.83 m/s equivalente a 3 km. /hora. Los vientos con velocidades de 60 Km/hora son poco frecuentes. Ver cuadro N° XIII.

CUADRO N° XIII. VELOCIDAD DEL VIENTO en m/s REGISTRADA EN LA ESTACIÓN BAJO GRANDE.

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL.
Bajo Grande	0.90	0.90	0.90	0.80	0.70	0.80	1.0	0.90	0.80	0.60	0.70	0.90	0.83

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima (ETESA).

4.1.3 Brillo Solar y Radiación Solar.

Se emplearon los registros de la estación Bajo Grande expresada como horas de sol por día o brillo solar, resultando un promedio diario de cuatro horas por día. La radiación se expresa en cal/cm²/ día.

CUADRO N° XIV. BRILLO SOLAR Y RADIACIÓN SOLAR EN cal/cm²/ día REGISTRADA EN LA ESTACIÓN BAJO GRANDE.

Bajo Grande	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL.
Brillo	5.5	6.2	5.9	4.6	3.2	2.8	2.7	2.9	2.6	3.0	3.3	4.4	3.9
Radiación	383	430	445	401	340	321	321	335	326	325	316	338	357

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima (ETESA).

4.1.4 Temperatura.

El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el calor o frialdad relativos y de la observación de que el suministro de calor a un cuerpo conlleva un aumento de su temperatura mientras no se produzca la fusión o ebullición.

Según las temperaturas registradas en las estaciones meteorológicas Los Naranjos, esta zona presenta temperatura uniformes a lo largo del año, siendo las máximas temperatura 22.5 °C y las mínima 17.3°C, con una media anual de 20.48 °C, estos datos se presentan en el cuadro Nº XV.

CUADRO Nº XV. TEMPERATURA PROMEDIO, MÁXIMO, MÍNIMO MENSUAL REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN LOS NARANJOS.

Los Naranjos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL.
Media	19.6	20.1	20.4	20.6	21.2	21.0	20.8	20.8	20.5	20.5	20.3	19.9	20.48
M. Máx.	21.1	21.7	22.5	22.2	22.4	22.2	21.8	21.7	21.5	21.6	21.4	21.1	21.77
M. Min.	17.3	17.5	17.5	17.0	20.2	19.6	19.7	18.5	17.5	19.1	18.1	16.7	18.23

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima (ETESA).

4.1.5 Humedad relativa.

La humedad relativa se da en función inversa a la temperatura, presentando un mínimo en periodos seco y un máximo en periodos lluviosos, e igualmente se presenta un máximo temprano en la mañana y un mínimo en la tarde. Los registros de humedad relativa mensual de la estación Los Naranjos varían muy poco durante el año y su promedio mensual es de 85.6% para un máximo de 89.3% en octubre y un mínimo de 81.1% en febrero; estos datos se observan en el cuadro Nº XVI.

CUADRO Nº XVI PROMEDIO MENSUAL (%) DE LA HUMEDAD RELATIVA REGISTRADA EN LA ESTACIÓN LOS NARANJOS.

Media mensual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL.
Los Naranjos.	83.6	81.1	82.7	83.2	86.5	87.9	85.3	86.6	89.0	87.1	84.1	84.9	85.6

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima (ETESA).

En la estación meteorológica Los Naranjos registro que las mínimas valores mensuales de humedad relativa se presentan en el mes de febrero, siguiendo un ascenso paulatino hasta el mes de septiembre cuando alcanza su máximo nivel.

4.1.6. Análisis del régimen pluviométrico en la cuenca del Río Caldera.

Uno de los factores fundamentales del clima de una región lo constituyen las lluvias, cuyas principales características (cantidad, intensidad, y régimen) varían con la altura y la situación topográfica.

La distribución de la lluvia en el transcurso del año influye en las actividades de producción que se realicen. Las zonas más favorecidas son las que tienen una estación seca poco intensa; por una parte los lugares aledaños a la divisoria de aguas entre el Pacífico y el Atlántico, por otra parte el área al sur-oeste del Volcán Barú.

4.1.7 Precipitación.

De acuerdo a la información obtenida en la estación meteorológica Finca Lérida, que acumulan registros efectuados por el antiguo Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) y ahora Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima (ETESA), nos permite indicar que existe una precipitación promedio anual de 232.9 mm

Estos registros nos indican que la distribución e intensidad en la lluvia son muy variables; existiendo un periodo relativamente más seco, desde el mes de enero hasta el mes de abril, con precipitación menor de 100 mm mensual.

La precipitación está influenciada por los vientos, caso de la estación seca cuando influyen el área los vientos del norte, mientras que durante la estación lluviosa predominan los vientos del sur.

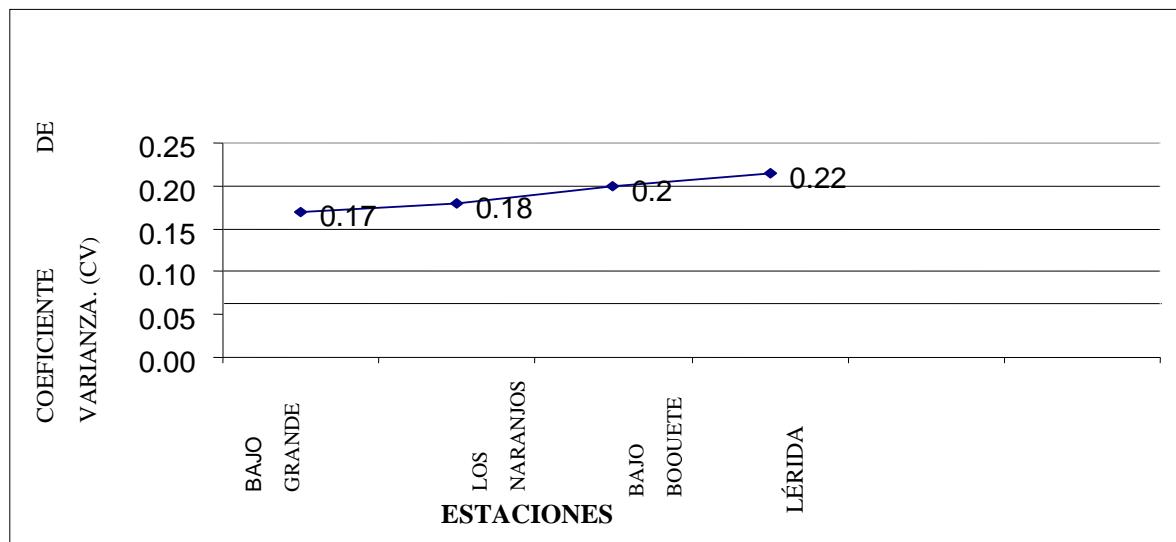
Cabe señalar que el sitio donde se ubica la captación, está aledaña a la divisoria de aguas, entre el Atlántico y el Pacífico, que recibe lluvias del norte, denominadas bajareque o norte durante los meses de diciembre, enero y febrero principalmente siendo estos meses considerados como época seca.

4.1.7.1 Análisis de la Precipitación.

A pesar de tratarse de un área montañosa las estaciones analizadas presentaron coeficiente de variación menor de 0.25 fueron: Bajo Grande con 0.17, Los Naranjos con 0.18, Bajo Boquete con 0.20 y Finca Lérida con 0.22, como se muestra en la figura N° 17.

Para las estaciones ubicadas en la subcuenca del Río Caldera, los resultados obtenidos con el coeficiente de variación aplicado, indica que los datos registrados en las estaciones son confiables.

FIGURA N° 17. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LAS ESTACIONES ESTUDIADAS



Fuente: Elaboración Propia

4.1.8 Análisis de consistencia de los registros pluviométricos.

4.1.8.1 Análisis de Doble Masa:

Para la cuenca alta del Río Caldera se aplicó análisis de doble masa dividiendo el área en zona baja (Estación Bajo Boquete y Los Naranjos) y zona alta (Finca Lérida y Bajo Grande) quedando de la forma que se presenta en las figuras N° 18 y 19

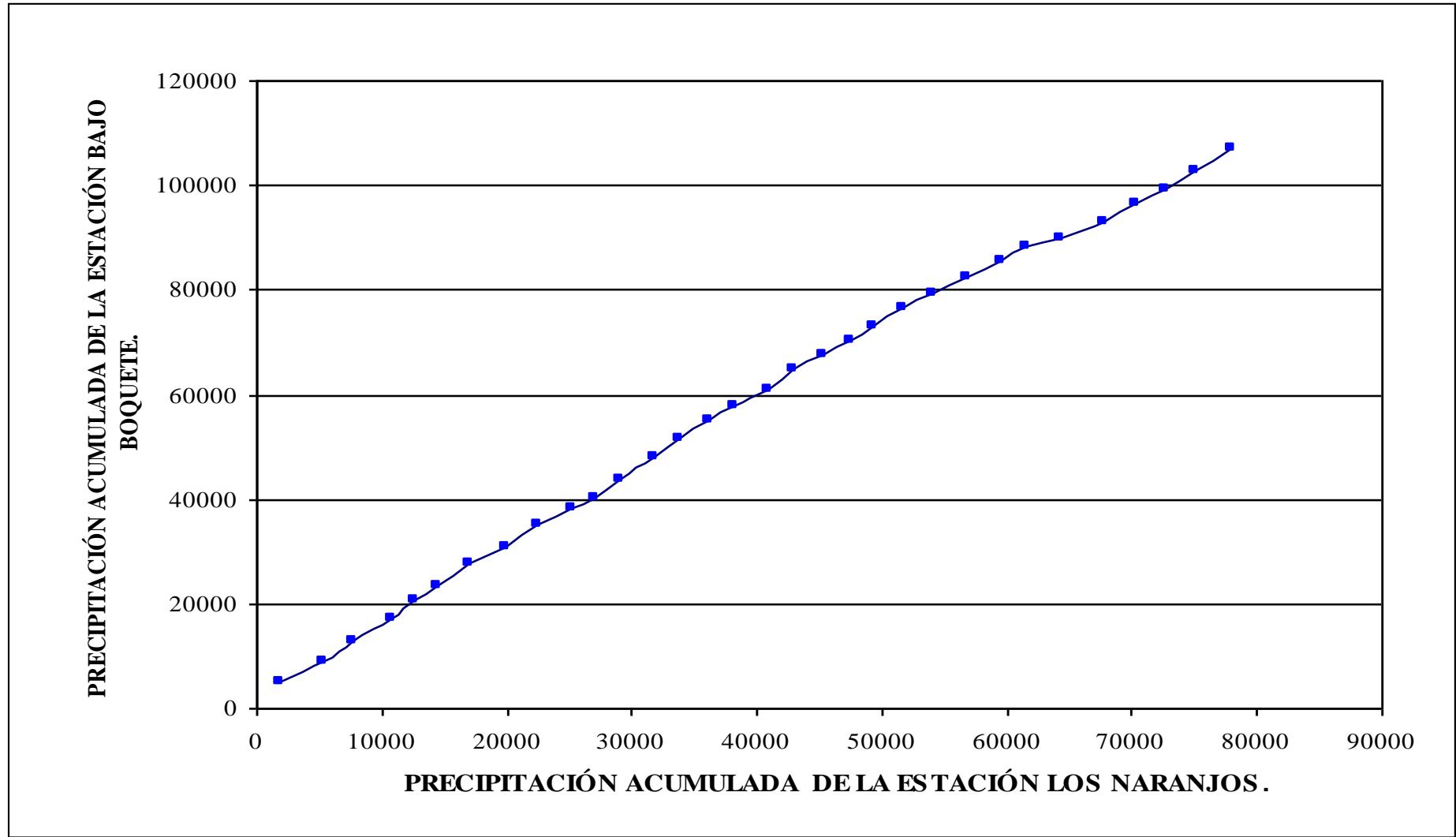
Analizando la figura N° 18, se deduce que debido a que el grafico presenta proporcionalidad en toda la extensión de los datos registrados en las estaciones Los Naranjos y Bajo Boquete son confiables y se pueden emplear en la realización del presente estudio hidrológico. Analizando la

figura N° 19, se deduce que los datos registrados en las estaciones Finca Lérida y Bajo Grande son confiables ya que no muestran distorsiones considerables en lo que es su patrón y se pueden emplear en la realización del presente estudio hidrológico.

4.1.8.2 Distribución de frecuencias.

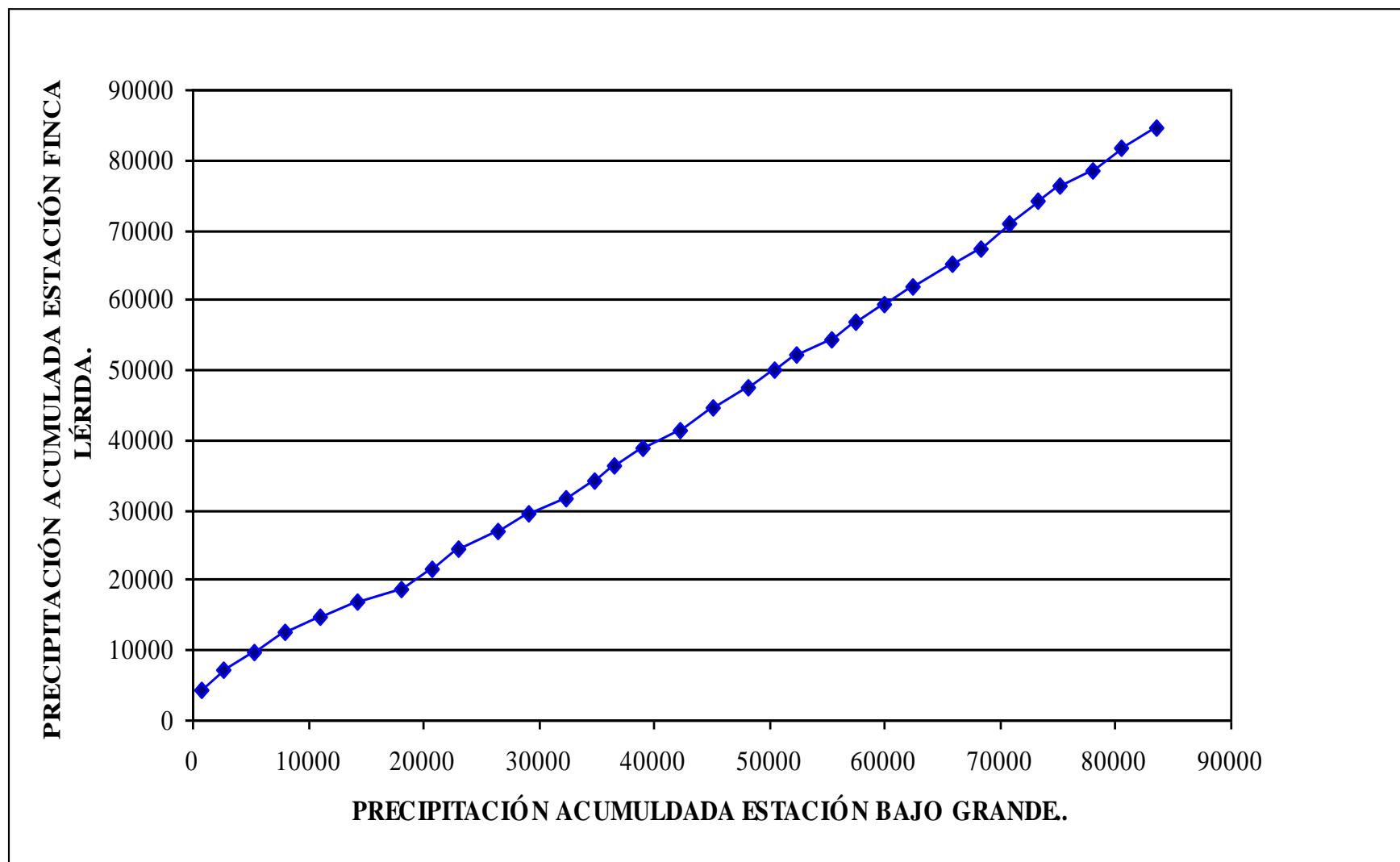
La distribución anual de la precipitación en la subcuenca del río Caldera, no es uniforme (ver Cuadro N° XVII). En este cuadro se encuentran distribuidos los registros pluviométricos en diferentes intervalos de clases. Estos intervalos de clases se obtuvieron analizando los datos de precipitación y clasificándolos de acuerdo a su intensidad y magnitud, ya que las lluvias de esta zona no tienen una distribución uniforme.

FIGURA N°: 18 CURVA DE DOBLE MASA ACUMULADA PARA LAS ESTACIÓN LOS NARANJOS Y BAJO BOQUETE.



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°: 19. CURVA DE DOBLE MASA ACUMULADA PARA LA ESTACIÓN FINCA LÉRIDA Y BAJO GRANDE.



Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

**CUADRO N° XVII FRECUENCIA RELATIVA DE LAS PRECIPITACIONES (mm) EN EL ÁREA DE BOQUETE
(CUENCA RÍO CALDERA).**

Fuente: Elaboración Propia

INTERVALO DE CLASES	MARCA DE CLASES	1967-1976		1977-1986		1987-1996		1997-2004		
		XI	f(XI)	XII	f (XII)	XIII	(f XII)	XIV	f (XIV)	
0	30	15	10	0.083	18	0.150	16	0.133	5	0.052
30	60	45	17	0.142	13	0.108	7	0.058	12	0.125
60	90	75	12	0.100	10	0.083	14	0.117	10	0.104
90	120	105	2	0.017	7	0.058	8	0.067	5	0.052
120	150	135	6	0.050	7	0.058	6	0.050	3	0.031
150	180	165	5	0.042	5	0.042	8	0.067	6	0.063
180	210	195	6	0.050	2	0.017	6	0.050	7	0.073
210	240	225	7	0.058	1	0.008	7	0.058	4	0.042
240	270	255	1	0.008	9	0.075	6	0.050	6	0.063
270	300	285	3	0.025	4	0.033	6	0.050	3	0.031
300	330	315	6	0.050	5	0.042	6	0.050	6	0.063
330	360	345	5	0.042	8	0.067	5	0.042	7	0.073
360	390	375	4	0.033	10	0.083	5	0.042	4	0.042
390	420	405	4	0.033	1	0.008	2	0.017	3	0.031
420	450	435	5	0.042	5	0.042	3	0.025	4	0.042
450	480	465	7	0.058	3	0.025	4	0.033	1	0.010
480	510	495	3	0.025	3	0.025	4	0.033	4	0.042
510	540	525	9	0.075	4	0.033	2	0.017	3	0.031
540	570	555	2	0.017	1	0.008	3	0.025		
570	600	585	2	0.017	1	0.008	1	0.008	1	0.010
600	630	615	2	0.017	2	0.017				
630	660	645	0							
660	690	675	1	0.008	1	0.008				
690	720	705	0						1	0.010
720	750	735	0						1	0.010
750	780	765	0							
780	810	795	1	0.008						
810	840	825	0							
840	870	855	0				1	0.008		
			120	1.0	120	1.0	120	1.0	96	1.0

4.1.8.3 Ampliación y relleno de estadística pluviométrica.

Muchas de las estaciones que registran precipitación tienen periodos de faltantes en sus registros, debido a que el observador se ausenta o fallas instrumentales a menudo es necesario estimar algún valor faltante, (Cano 1967). Para realizar este procedimiento, las estaciones auxiliares deben estar próximas y tan uniformemente distribuidas con respecto a la estación que se estudia. Cuando las precipitaciones normales anuales de las estaciones están dentro de un 10% del valor de la estación cuyos datos faltan, la precipitación en esta para el periodo faltante es igual al promedio aritmético de los valores registrados en las estaciones auxiliares para el mismo periodo de registro. Linsley, Kohler y Paulus (1977), de lo contrario se aplica el método de las razones normales.

Para la cuenca del Río Caldera se realizó el relleno de los datos faltantes en las estaciones por medio del Método de las Razones, de las tres estaciones ubicadas en el área circundante de la estación que con datos faltantes.

4.1.8.4 Análisis cronológico.

Para un mejor análisis de la información de precipitación se procedió a analizar los datos registrados en las estaciones meteorológicas ubicadas en el área en estudio, en periodos de diez años, partiendo de la suposición de que las estaciones ubicadas en el área en estudio captan toda la precipitación de la zona. Por tal motivo se calculó un promedio décadal mensual para toda el área en general usando los datos de las estaciones: Bajo Boquete y Los Naranjos y Finca Lérida.

La subcuenca del río Caldera, la precipitación presentó el siguiente patrón a través del periodo 1967-2004, en el primer periodo (1967-1976), la precipitación promedio fue de 3103 mm, para el segundo periodo (1977-1986) la precipitación promedio fue de 2690 mm, para el tercer periodo (1987-1996) la precipitación promedio fue de 2606 mm y para el cuarto periodo (1997-2004) la precipitación promedio fue de 2852 mm , con un promedio de los cuatro periodos para la cuenca alta del río Caldera de 2813 mm.

Observándose en la figura N° 20 que los meses de enero a abril han presentado precipitaciones menores a los 100 mm, y que la tendencia ha sido cíclica a través de las décadas, dándose

precipitaciones de mayor magnitud en los meses de mayo a julio y de igual manera en los meses de octubre a noviembre volviendo a descender la magnitud de las precipitaciones en diciembre.

Al graficar las precipitaciones promedios de los cuatro periodos se obtiene una curva tipo cíclica (Ver figura 21), en donde se observa que el primer periodo décadal y el cuatro (1967-1976 y 1996-2004) están por encima del promedio, mientras que el segundo y el tercer periodo (1977-1986 y 1987-1996) están por debajo del promedio.

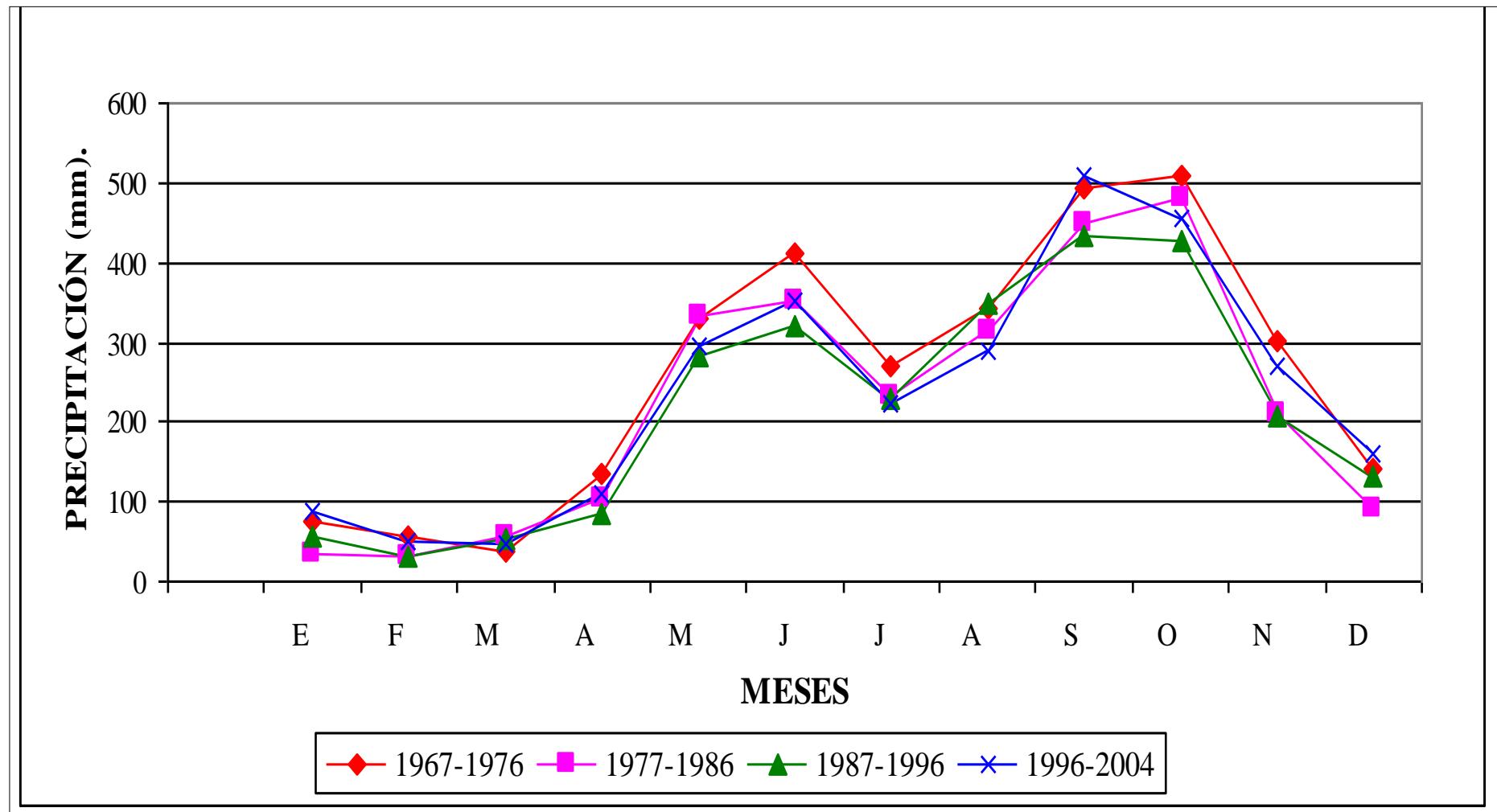
Al tener esta grafica una tendencia cíclica, la cual muestra dos periodos consecutivos por debajo del promedio, se puede esperar que el quinto periodo décadal, según la tendencia se mantenga por encima del promedio, mientras que el sexto periodo vuelva a estar por debajo del promedio décadal.

Al comparar estos resultados, con los obtenidos por Rodríguez (2001), en el área de Cerro Punta en las décadas que concuerdan los estudios; nos indica que en el periodo 1967-1976 mantuvo un promedio de 2436.80 mm , mientras que en el área de Boquete el promedio fue de 3103.15 mm; para el periodo 1977-1986 Rodríguez obtuvo un promedio de 2264.00, sin embargo para el área de Boquete el promedio fue de 2689.76 mm.

Para el último periodo (1987-1996) que coinciden los estudios, el promedio para el área de Cerro Punta fue de 2373.60 mm mientras que para el área de Boquete fue de 2606.05 mm, siendo el promedio total del periodo en el área de Cerro Punta 2323.11 mm y para el área de Boquete de 2813.00mm.

ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

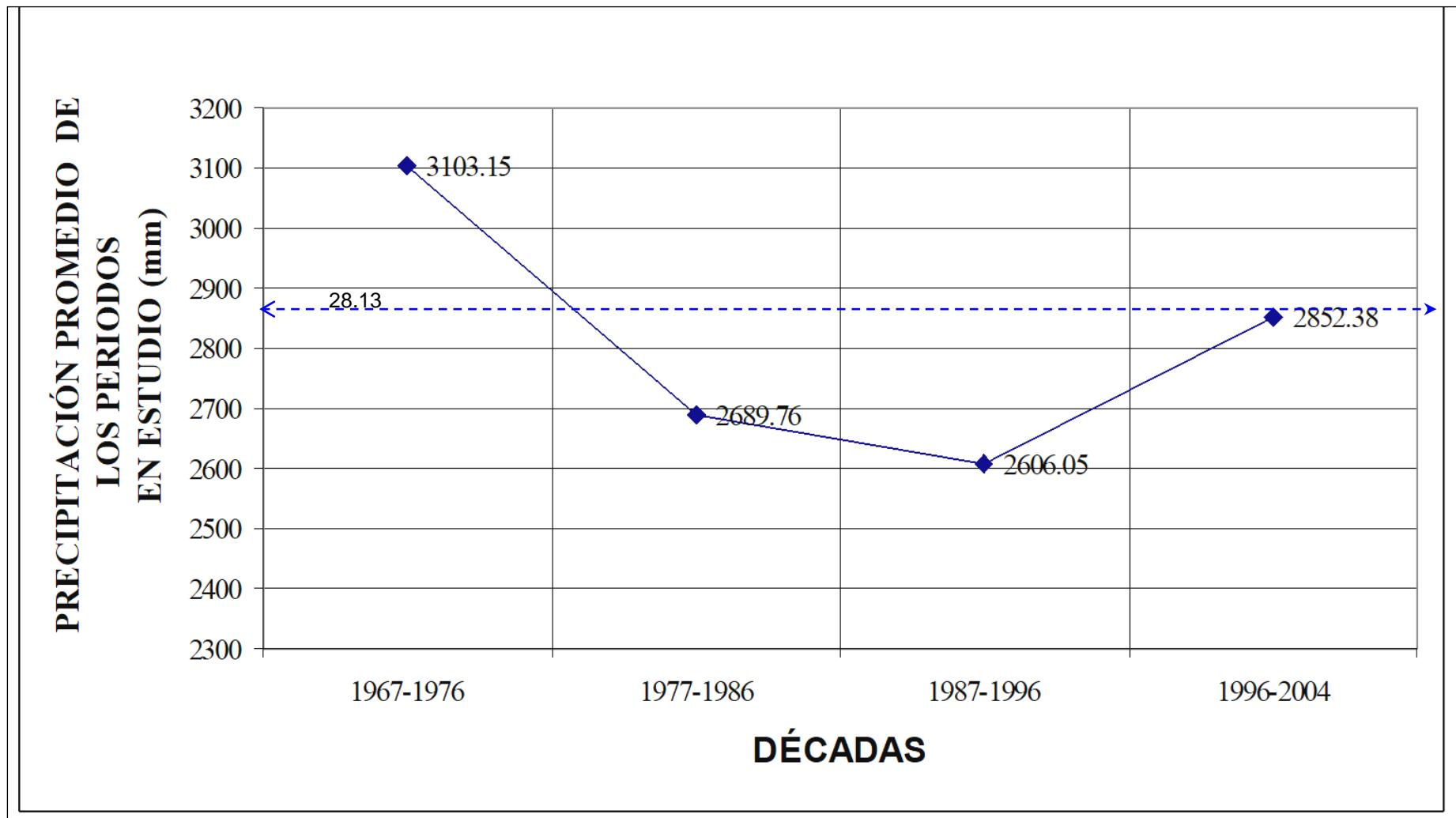
FIGURA N ° 20 COMPARACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO DÉCADAL EN LA CUENCA DEL RÍOCALDERA. (1967-2004).



Fuente: Elaboración Propia

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

FIGURA N° 21. PRECIPITACIÓN PROMEDIO (mm) DE LOS PERIODOS 1967-1976, 1977-1986, 1987-1996 Y 1996-2004.

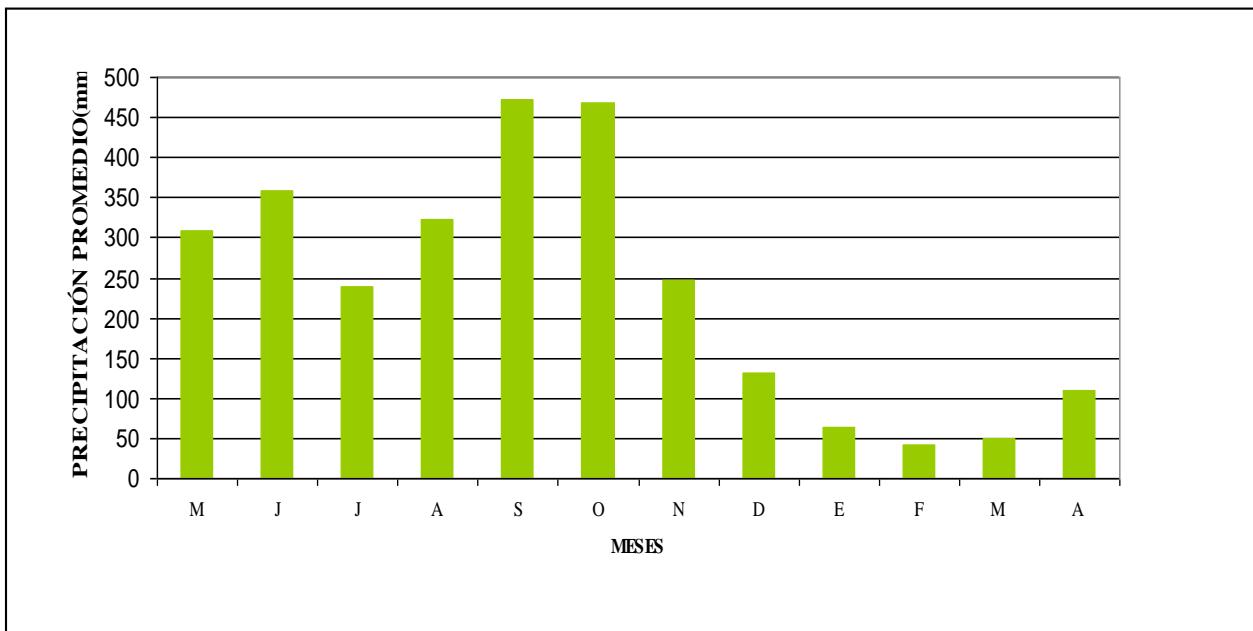


Fuente: Elaboración Propia

4.1.8.5 Histograma.

Para tener una mejor comprensión de la distribución de la precipitación en la cuenca alta del Río Caldera se graficaron (histograma) el promedio de las precipitaciones registradas en la cuenca alta del río Caldera, dando como resultado la figura N° 22.

FIGURA N° 22. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE PRECIPITACIONES EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CALDERA. (1967-2004).



Fuente: Elaboración Propia

La figura N° 22 muestra la diferenciación en el régimen de precipitación entre la época seca y la época lluviosa, empezando la época lluviosa en el mes de mayo concluyendo en diciembre, para darle paso a la época seca de enero a abril. Presentándose máximas precipitaciones en los meses de mayo – junio y luego repiten con mayor intensidad en agosto y octubre. Sin embargo se han dado eventos extremos que salen de esta secuencia, que han llegado a generar grandes avenidas en esta cuenca.

4.1.8.6 Media Móvil.

Al realizar el análisis de la precipitación en el área de Boquete (Cuenca alta del Río Caldera, se requiere realizar un análisis cronológico de la serie de registros, que consiste en: la media móvil

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

ponderada, los desvíos de cada año respecto a la media, los desvíos mínimos y máximos, y los periodos normales, muy húmedos y muy secos; puntos importantes al hacer un análisis hidrológico.

En el Cuadro N° XVIII se muestran los cálculos para obtener la media móvil ponderada de 5 en 5 años, con registros pluviométricos anuales desde 1967 -2001. De la media móvil de este cuadro se obtiene un valor promedio, el cual es utilizado para obtener el cuadro N° XIX, en donde se registran los desvíos respecto a la media anual en mm y %. En este cuadro se puede observar aquellos años que presentaron un alto desvío respecto a la media (1970 con + 1192.79 mm, es decir un + 42.7 % y 2004 con - 1067.64 mm, es decir un -38.3) y aquellos en los cuales hubo un bajo desvío respecto a la media (1978 con +32.96 mm, es decir + 1.2 % y 2002 con - 14.07 mm, es decir - 0.5 %).

En la Figura N° 23, se observan los desvíos respecto a la media anual de las décadas en estudio, en la cual se puede notar que hubo años como: 1967, 1968, 1969, 1972, 1975, 1979, 1981, 1983, 1988, 1996, 1998 y 1999 (considerados períodos muy húmedos) y años como: 1972, 1976, 1977, 1982, 1983, 1985, 1987, 1989, 1992, 1994, 1997, 2001 y 2004 (considerados períodos muy secos).

CUADRO N° XVIII. MEDIA MÓVIL PONDERADA DE 5 EN 5 AÑOS.

AÑO	PRECIPITACIÓN EN (mm)	MEDIA MÓVIL
1967	2642.27	
1968	3314.87	3257.34
1969	3450.53	3186.11
1970	3983.33	3271.69
1971	2895.70	3123.99
1972	2286.13	3049.20
1973	3742.77	2948.97
1974	2712.00	2865.50
1975	3609.40	2681.65
1976	2394.53	2841.07
1977	1868.80	2714.77
1978	2823.50	2846.49
1979	3509.10	2935.69
1980	2977.93	2854.10
1981	3053.10	2796.30
1982	2314.83	2628.36
1983	2415.53	2533.03
1984	3220.10	2556.91
1985	2138.23	2710.82

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

1986	2576.43	2559.97
1987	2434.27	2656.85
1988	3185.08	2664.72
1989	2465.83	2538.56
1990	2622.63	2429.76
1991	2615.80	2374.91
1992	1803.47	2453.78
1993	2641.07	2547.38
1994	2191.60	2692.03
1995	3016.97	2779.13
1996	3083.80	3118.88
1997	2526.70	3068.69
1998	3076.58	2879.29
1999	3890.37	2929.24
2000	2765.98	2908.41
2001	2136.82	2474.92
2002	2776.47	
2003	2972.43	
2004	1722.90	
2001	2136.82	

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° XIX. DESVÍOS RESPECTO A LA MEDIA MÓVIL PONDERADA (mm y %)

AÑOS	PRECIPITACIÓN (mm)	DESVÍOS	
		Mm	%
1967	2642.27	-148.27	-5.3
1968	3314.87	524.33	18.8
1969	3450.53	659.99	23.7
1970	3983.33	1192.79	42.7
1971	2895.70	105.16	3.8
1972	2286.13	-504.41	-18.1
1973	3742.77	952.23	34.1
1974	2712.00	-78.54	-2.8
1975	3609.40	818.86	29.3
1976	2394.53	-396.01	-14.2
1977	1868.80	-921.74	-33.0
1978	2823.50	32.96	1.2
1979	3509.10	718.56	25.7
1980	2977.93	187.39	6.7
1981	3053.10	262.56	9.4
1982	2314.83	-475.71	-17.0
1983	2415.53	-375.01	-13.4

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

1984	3220.10	429.56	15.4
1985	2138.23	-652.31	-23.4
1986	2576.43	-214.11	-7.7
1987	2434.27	-356.27	-12.8
1988	3185.08	394.54	14.1
1989	2465.83	-324.71	-11.6
1990	2622.63	-167.91	-6.0
1991	2615.80	-174.74	-6.3
1992	1803.47	-987.07	-35.4
1993	2641.07	-149.47	-5.4
1994	2191.60	-598.94	-21.5
1995	3016.97	226.43	8.1
1996	3083.80	293.26	10.5
1997	2526.70	-263.84	-9.5
1998	3076.58	286.04	10.3
1999	3890.37	1099.83	39.4
2000	2765.98	-24.56	-0.9
2001	2136.82	-653.72	-23.4
2002	2776.47	-14.07	-0.5
2003	2972.43	181.89	6.5
2004	1722.90	-1067.64	-38.3

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro Nº XX se presenta de una manera más definida aquellos años que registraron precipitaciones normales (34.21%), precipitaciones extremadamente húmedas (31.58%), y precipitaciones extremadamente secas (34.21%). Esto nos indica que existe un equilibrio entre los años húmedos y los años secos, lo que indica que el área ha presentado mucha regularidad en la distribución anual de la precipitación, es decir que en los 38 años de registro pluviométrico las lluvias se han distribuido uniformemente.

A húmedos se consideran aquellos cuyos desvíos en % sea superior al + 8.77, los cuales serían 1967, 1968, 1969, 1972, 1975, 1979, 1981, 1983, 1988, 1996, 1998 y 1999 y años secos con desvíos inferior a - 8.77 y que son 1972, 1976, 1977, 1982, 1983, 1985, 1987, 1989, 1992, 1994, 1997, 2001 y 2004.

Años con una precipitación normal son aquellos cuyo desvío en % están en torno a la media \pm 8.77 % y corresponde a los años: 1971, 1974, 1978, 1980, 1986, 1990, 1991, 1993, 1995, 2000, 2002 y 2001.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

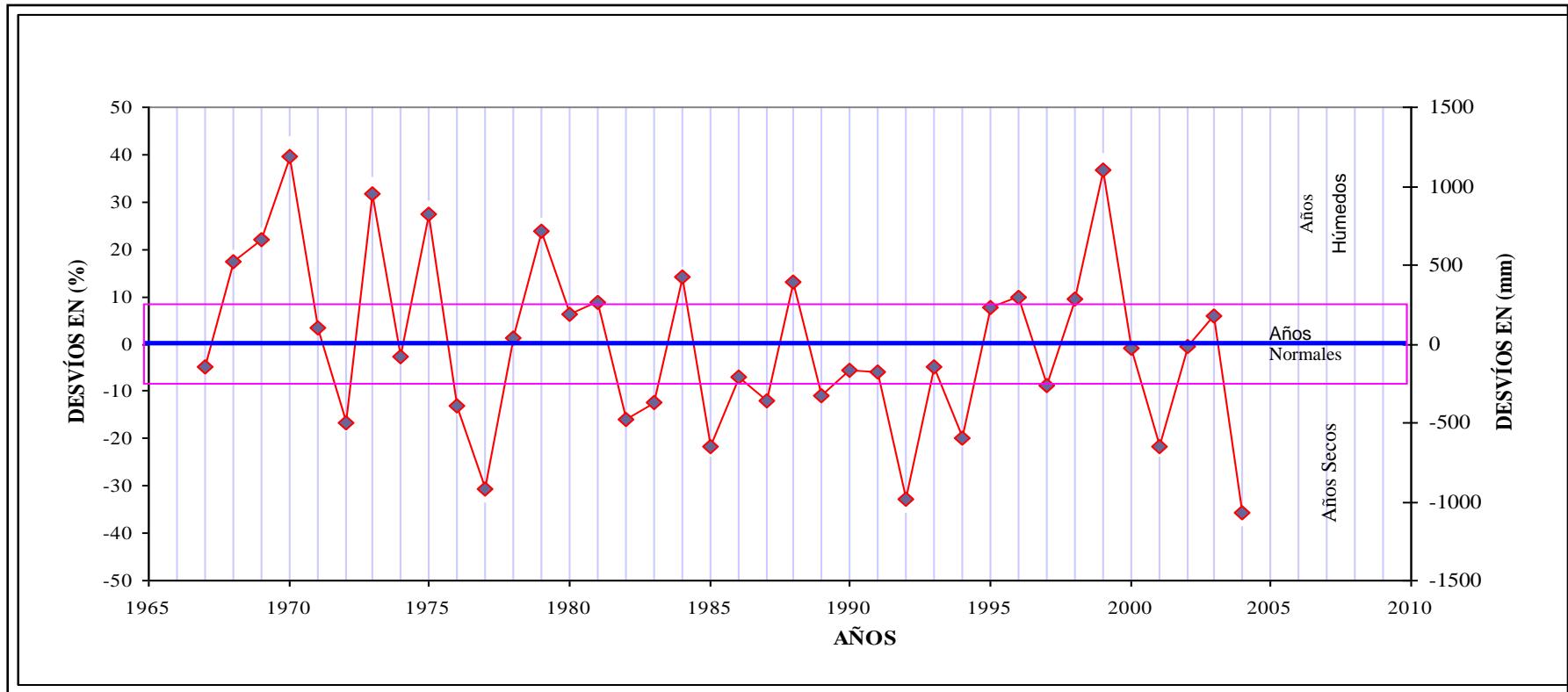
CUADRO N° XX CARÁCTERISTICAS DE LAS PRECIPITACIONES.

AÑO	AÑO NORMAL	EXCEDENTE (mm)	DÉFICIT (mm)
1967	NORMAL		
1968		279.5	
1969		415.16	
1970		947.96	
1971	NORMAL		
1972			-259.58
1973		707.4	
1974	NORMAL		
1975		574.03	
1976			-151.18
1977			-676.91
1978	NORMAL		
1979		473.73	
1980	NORMAL		
1981		17.73	
1982			-230.88
1983			-130.18
1984		184.73	
1985			-407.48
1986	NORMAL		
1987			-111.44
1988		149.71	
1989			-79.88
1990	NORMAL		
1991	NORMAL		
1992			-742.24
1993	NORMAL		
1994			-354.11
1995	NORMAL		
1996		48.43	
1997			-19.01
1998		41.21	
1999		855	
2000	NORMAL		
2001			-408.89
2002	NORMAL		
2003	NORMAL		
2004			-822.81

Fuente: Elaboración Propia

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

FIGURA N° 23 DESVIOS RESPECTO A LA MEDIA ANUAL EN (mm) Y (%). ESTACIÓN BAJO BOQUETE, LOS NARANJOS Y FINCA LÉRIDA.



Fuente: Elaboración Propia

4.1.8.7 Evaluación de la variación espacial de la precipitación.

4.1.8.7.1 Relación de la altitud con la lluvia (optimo pluviométrico).

En la subcuenca del Río Caldera, en el área donde se concentró la realización del presente estudio, existen para la medición de la precipitación tres estaciones pluviométricas que son Bajo Boquete (1060 m.s.n.m), Los Naranjos (1200 m.s.n.m) y Finca Lérida (1700 m.s.n.m), lo que permite dar una referencia de cómo se comportan las lluvias dentro del área estudiada a partir de las precipitaciones promedio registradas.

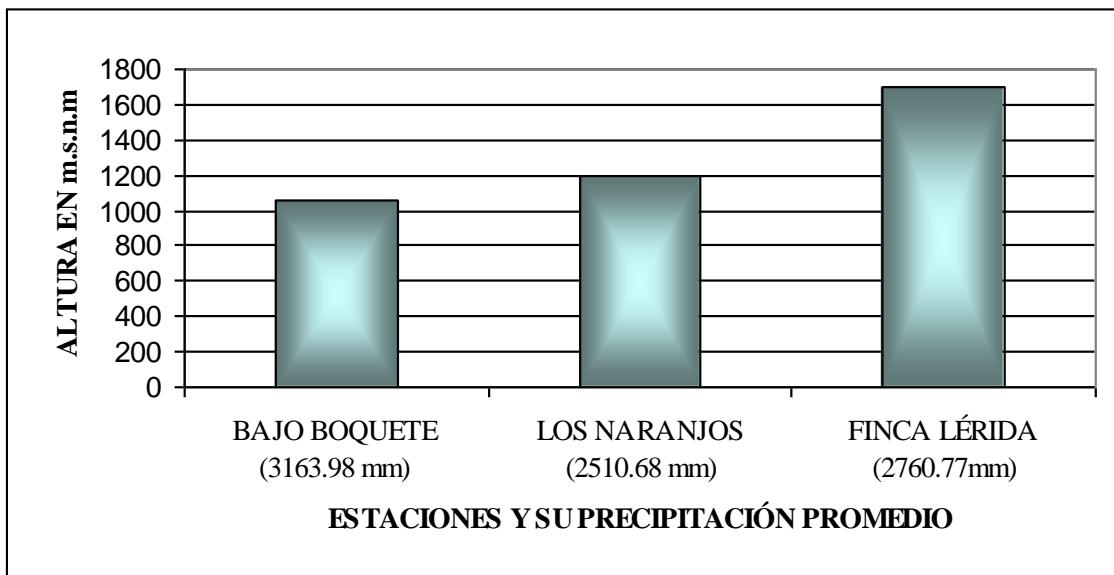
CUADRO N° XXI PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL (mm) Y ALTURA DE LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS UBICADAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CALDERA.

ESTACIÓN	ALTURA	PRECIPITACIÓN (mm)
Bajo Boquete	1060	3163.98
Los Naranjos	1200	2510.68
Finca Lérida	1700	2760.77

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima.

Al comparar las precipitaciones de las estaciones localizadas en la subcuenca del Caldera, para el periodo de estudio de 1967 a 2002; la estación Bajo Boquete ubicada a 1060 m.s.n.m, registró una precipitación promedio anual de 3164.2 mm; la estación Los Naranjos ubicada a 1200 m.s.n.m, registró una precipitación promedio anual de 2510.68 mm; la estación Finca Lérida ubicada a 1700 m.s.n.m, registró una precipitación promedio anual de 2760.8 mm. (Ver figura 24)

**FIGURA N° 24 RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL (mm)
Y LA ELEVACIÓN (mm), EN LA UBCUENCA DEL RÍO CALDERA.**



Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima

Al analizar la relación de la precipitación promedio anual y la elevación de las estaciones pluviométricas ubicadas en la cuenca alta del Río Caldera, se encontró que la precipitación a menor altura es mayor, en la estación Bajo Boquete con 3164.2 mm, en el siguiente nivel altitudinal la se reduce la precipitación promedio anual a 2510.68 mm, a una diferencia de 140 metros y en el nivel altitudinal más alto la estación Finca Lérida registra 2760.8 mm de precipitación promedio anual, precipitación promedio anual mayor que la registrada en la estación Los Naranjos , debida quizás a la captación de precipitaciones originadas del norte o bajareques que no llegan a ser captados por las estaciones Los Naranjos y Bajo Boquete.

4.1.8.8 Distribución de Probabilidad de ocurrencia de las lluvias.

El concepto de eventos u observaciones independientemente es crítico para la interpretación estadística correcta de secuencias de información hidrológica, porque si la información es independiente puede analizarse sin tener en cuenta su orden de ocurrencia.

Una función de probabilidad es una función que representa la probabilidad de ocurrencia de una variable aleatoria en este caso la precipitación, Chow, (1994). Dado que los estados futuros de la naturaleza no se conocen, es posible sin embargo estimar su posibilidades de ocurrencia

utilizando métodos estadísticos basados en los registros históricos para predecir el comportamiento futuro de una variable determinada, Aguilar (1992).

Para calcular la probabilidad de Ocurrencia de una lluvia se utiliza generalmente el método de Weibull con los registros de precipitación por ejemplo el total mensual. Una lluvia con un intervalo de recurrencia grande Tr (periodo de retorno), puede ser igualada o excedida en un periodo de tiempo mayor. El (Tr) periodo retorno se usa comúnmente en lugar de probabilidad (P) para definir crecientes de diseño el Periodo de Retorno y la Probabilidad son recíprocos, como demuestra Weibull en su ecuación, Linsley, Kohler y Paulus, (1977).

$$P = m/n+1 \quad ó \quad Tr = n+1/m$$

Probabilidad de ocurrencia: $(P) = P = m/n+1$

Probabilidad de no ocurrencia: $(q) = 1 - 1/Tr$

Periodo de Retorno: $Tr = n+1/m$

Siendo:

m = Clasificación del evento de ocurrencia con su orden de longitud.

n = Número de años de registro.

El análisis de una probabilidad o análisis de una frecuencia busca asignar a cada una precipitación por máxima, mínima o total que sea esta, una probabilidad “P” que ocurra o No ocurra un acontecimiento, en un periodo de retorno, tiempo de recurrencia o intervalo de recurrencia “Tr”, que representa el número de años que transcurre para que un evento sea igualado o excedido. Existen varios métodos para determinar la probabilidad, entre algunos de estos son: distribución Log-Pearson Tipo III, Distribución extrema probabilidades Tipo I, Distribución de Gumbel Tipo I, Probabilidad Log-Normal, Probabilidad Log-Log normal. Rodríguez (2001), Mora (2003).

En el cuadro Nº XXII, XXIII, XXIV se pueden observar el análisis de probabilidad de la precipitación la cuenca del Río Caldera y en la figura Nº24, se muestran sus rectas.

En estos cuadros se puede observar el orden (m), la probabilidad de ocurrencia (P), el periodo de retorno (Tr) y la probabilidad de no ocurrencia (q) de cada evento determinado en el tiempo. Para lograr entender estos cuadros de probabilidad, se hará una explicación por ejemplo: Si un evento con $P = 0.05$ (Probabilidad de no ocurrencia), su periodo de retorno seria $Tr = 1/0.05$, es decir 20

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

años, y la probabilidad de no ocurrencia sería ($q=1-1/Tr$, es decir, 0.95 de probabilidad de que no ocurra.

CUADRO N° XXII ANÁLISIS DE PROBABILIDAD DE LAS MÁXIMAS PRECIPITACIONES MENSUALES (1967-2004).

AÑO	MESES	Precipitación				
		Máxima Anual	Orden "m"	P=m/n+1	Tr=n+1/m	q=(1-1/Tr)
(mm)						
1988	agosto	840.07	1	0.026	39.000	0.974
1975	septiembre	794.70	2	0.051	19.500	0.949
1999	septiembre	772.47	3	0.077	13.000	0.923
1986	octubre	689.23	4	0.103	9.750	0.897
1979	octubre	622.60	5	0.128	7.800	0.872
1973	octubre	621.97	6	0.154	6.500	0.846
1969	septiembre	610.67	7	0.179	5.571	0.821
1998	octubre	596.60	8	0.205	4.875	0.795
1984	septiembre	582.20	9	0.231	4.333	0.769
1995	octubre	580.87	10	0.256	3.900	0.744
1967	junio	575.67	11	0.282	3.545	0.718
1990	noviembre	557.70	12	0.308	3.250	0.692
1989	septiembre	554.70	13	0.333	3.000	0.667
1981	octubre	549.33	14	0.359	2.786	0.641
1971	septiembre	548.43	15	0.385	2.600	0.615
1968	mayo	541.03	16	0.410	2.438	0.590
1974	octubre	536.77	17	0.436	2.294	0.564
2002	septiembre	536.09	18	0.462	2.167	0.538
2000	septiembre	534.94	19	0.487	2.053	0.513
1982	octubre	529.90	20	0.513	1.950	0.487
1978	septiembre	522.60	21	0.538	1.857	0.462
1970	septiembre	521.77	22	0.564	1.773	0.436
1996	octubre	513.57	23	0.590	1.696	0.410
1987	octubre	501.57	24	0.615	1.625	0.385
1991	octubre	500.47	25	0.641	1.560	0.359
1976	octubre	487.93	26	0.667	1.500	0.333
1980	mayo	487.53	27	0.692	1.444	0.308
1997	octubre	475.30	28	0.718	1.393	0.282
2003	octubre	474.52	29	0.744	1.345	0.256
1994	octubre	473.63	30	0.769	1.300	0.231
1993	septiembre	472.00	31	0.795	1.258	0.205
1983	octubre	467.50	32	0.821	1.219	0.179
2001	septiembre	443.55	33	0.846	1.182	0.154
1972	junio	415.47	34	0.872	1.147	0.128
1977	mayo	374.07	35	0.897	1.114	0.103
1985	octubre	360.33	36	0.923	1.083	0.077
1992	septiembre	304.53	37	0.949	1.054	0.051
2004	septiembre	287.03	38	0.974	1.026	0.026

Fuente: Elaboración Propia

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

CUADRO N° XXIII ANÁLISIS DE PROBABILIDAD DE LAS MÍNIMAS PRECIPITACIONES MENSUALES (1967-2004).

AÑO	MES	Precipitación				
		Mínima Anual	Orden "m"	P=m/n+1	Tr=n+1/m	q=(1-1/Tr)
(mm)						
1970	Marzo	54.83	1	0.026	39.00	0.974
1971	Febrero	50.77	2	0.051	19.50	0.949
1980	Marzo	45.73	3	0.077	13.00	0.923
1997	Marzo	38.93	4	0.103	9.75	0.897
1984	Febrero	38.77	5	0.128	7.80	0.872
2001	Febrero	37.78	6	0.154	6.50	0.846
1996	Marzo	36.93	7	0.179	5.57	0.821
2002	Febrero	35.78	8	0.205	4.88	0.795
1968	Abril	34.83	9	0.231	4.33	0.769
2004	Febrero	33.93	10	0.256	3.90	0.744
1981	Enero	32.30	11	0.282	3.55	0.718
1967	Febrero	30.67	12	0.308	3.25	0.692
1999	Marzo	28.83	13	0.333	3.00	0.667
1969	Marzo	27.93	14	0.359	2.79	0.641
1989	Marzo	27.87	15	0.385	2.60	0.615
1973	Marzo	27.53	16	0.410	2.44	0.590
1988	Febrero	27.53	17	0.436	2.29	0.564
2003	Febrero	23.82	18	0.462	2.17	0.538
1982	Marzo	21.63	19	0.487	2.05	0.513
1985	Febrero	18.77	20	0.513	1.95	0.487
2000	Marzo	18.50	21	0.538	1.86	0.462
1972	Marzo	15.73	22	0.564	1.77	0.436
1993	Febrero	15.73	23	0.590	1.70	0.410
1995	Enero	15.63	24	0.615	1.63	0.385
1990	Abril	14.83	25	0.641	1.56	0.359
1991	Enero	12.80	26	0.667	1.50	0.333
1986	Abril	12.20	27	0.692	1.44	0.308
1994	Febrero	12.07	28	0.718	1.39	0.282
1978	Febrero	11.77	29	0.744	1.34	0.256
1974	Febrero	11.53	30	0.769	1.30	0.231
1987	Febrero	11.10	31	0.795	1.26	0.205
1983	Febrero	10.47	32	0.821	1.22	0.179
1992	Enero	10.00	33	0.846	1.18	0.154
1979	Febrero	7.23	34	0.872	1.15	0.128
1976	Marzo	7.10	35	0.897	1.11	0.103
1975	Marzo	6.40	36	0.923	1.08	0.077
1977	Marzo	2.33	37	0.949	1.05	0.051
1998	Enero	2.33	38	0.974	1.03	0.026

Fuente: Elaboración Propia

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**CUADRO N° XXIV ANÁLISIS DE PROBABILIDAD DE LAS PRECIPITACIONES TOTALES ANUALES
REGISTRADAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CALDERA SEGÚN EL MÉTODO
DE DISTRIBUCIÓN DE NORMAL Y GUMBEL TIPO I.**

DISTRIBUCIÓN NORMAL (WEIBULL). RESUMEN DE DATOS				DISTRIBUCIÓN GUMBEL EXTREMO TIPO I. RESUMEN DE DATOS					
PRIMER MOMENTO (MEDIA) = 2794.12				PRIMER MOMENTO (MEDIA) = 2626.37					
SEGUNDO MOMENTO = 2.89e05				SEGUNDO MOMENTO = 2.096e05					
SESGO = 53.28e-01				SESGO = 5.581e-01					
Número de Puntos.	Probabilidad de Webull	Valor actual	Valor de Predicción	Número de Puntos.	Probabilidad de Webull	Valor actual	Valor de Predicción.		
1	0.00	1803.47	794.29	1	0.03	1803.47	2027.02		
2	0.03	1868.80	1771.04	2	0.06	1868.80	2117.79		
3	0.06	2138.23	1944.77	3	0.08	2138.23	2181.62		
4	0.09	2191.60	2058.60	4	0.11	2191.60	2233.57		
5	0.11	2276.40	2146.62	5	0.14	2276.40	2278.79		
6	0.14	2286.13	2220.06	6	0.17	2286.13	2319.71		
7	0.17	2314.83	2284.12	7	0.19	2314.83	2357.69		
8	0.20	2372.00	2341.65	8	0.22	2372.00	2393.61		
9	0.23	2394.53	2394.43	9	0.25	2394.53	2428.04		
10	0.26	2415.53	2443.60	10	0.28	2415.53	2461.42		
11	0.29	2434.27	2490.00	11	0.31	2434.27	2494.07		
12	0.31	2465.83	2534.23	12	0.33	2465.83	2526.25		
13	0.34	2576.43	2576.75	13	0.36	2576.43	2558.19		
14	0.37	2615.80	2617.95	14	0.39	2615.80	2590.09		
15	0.40	2622.63	2658.11	15	0.42	2622.63	2622.12		
16	0.43	2641.07	2697.51	16	0.44	2641.07	2654.46		
17	0.46	2642.27	2736.38	17	0.47	2642.27	2687.26		
18	0.49	2652.15	2774.91	18	0.50	2652.15	2720.72		
19	0.51	2712.00	2813.33	19	0.53	2712.00	2755.02		
20	0.54	2823.50	2851.87	20	0.56	2823.50	2790.34		
21	0.57	2832.40	2890.73	21	0.58	2832.40	2826.93		
22	0.60	2895.70	2930.13	22	0.61	2895.70	2865.05		
23	0.63	2977.93	2970.30	23	0.64	2977.93	2904.99		
24	0.66	3016.97	3011.49	24	0.67	3016.97	2947.14		
25	0.69	3053.10	3054.02	25	0.69	3053.10	2991.94		
26	0.71	3083.80	3098.24	26	0.72	3083.80	3040.00		
27	0.74	3185.08	3144.64	27	0.75	3185.08	3092.05		
28	0.77	3220.10	3193.82	28	0.78	3220.10	3149.11		
29	0.80	3314.87	3246.59	29	0.81	3314.87	3212.62		
30	0.83	3450.53	3304.13	30	0.83	3450.53	3284.63		
31	0.86	3509.10	3368.19	31	0.86	3509.10	3368.34		
32	0.89	3609.40	3441.63	32	0.89	3609.40	3469.12		
33	0.91	3671.70	3529.64	33	0.92	3671.70	3596.98		
34	0.94	3742.77	3643.48	34	0.94	3742.77	3774.41		
35	0.97	3983.33	3823.81	35	0.97	3983.33	4073.17		
PREDICCIÓN : DISTRIBUCIÓN NORMAL (WEIBULL)				PREDICCIÓN: GUMBELL EXTREMO TIPO I.					
Probabilidad de excedencia.	Probabilidad de no	Periodo de retorno.	Valor Calculado.	Desviación estándar.	Probabilidad de	Probabilidad de no	Periodo de retorno.	Valor Calculado.	Desviación estándar.
0.01	0.990	100	4056.21	257.5272	0.01	0.990	100	4589.5	400.7157
0.02	0.980	50	3904.38	232.3183	0.02	0.980	50	4275.23	344.807

Boquete, Chiriquí, República de Panamá.

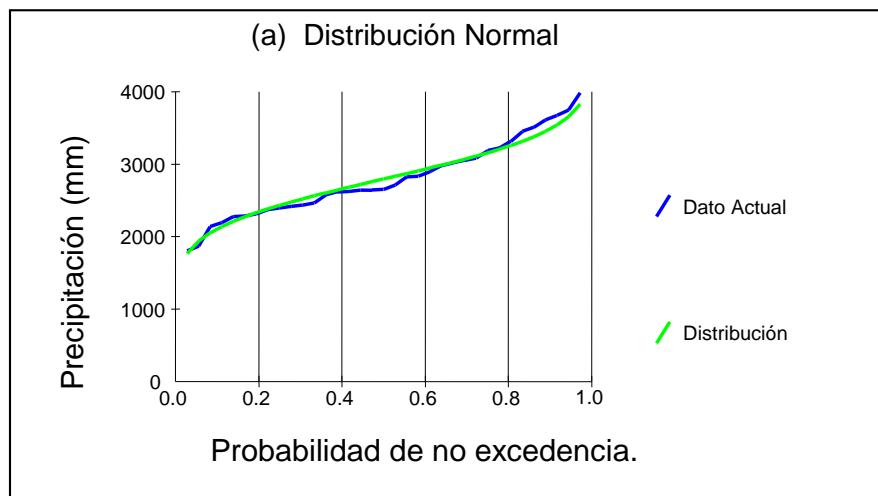
Ing. Brenda González M. Registro de consultor Ambiental: IRC-047-2009. Idoneidad profesional: N°:6140-09.
Teléfono: 6714-0734, Email: belizaboth03@gmail.com Página 68 de 104

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

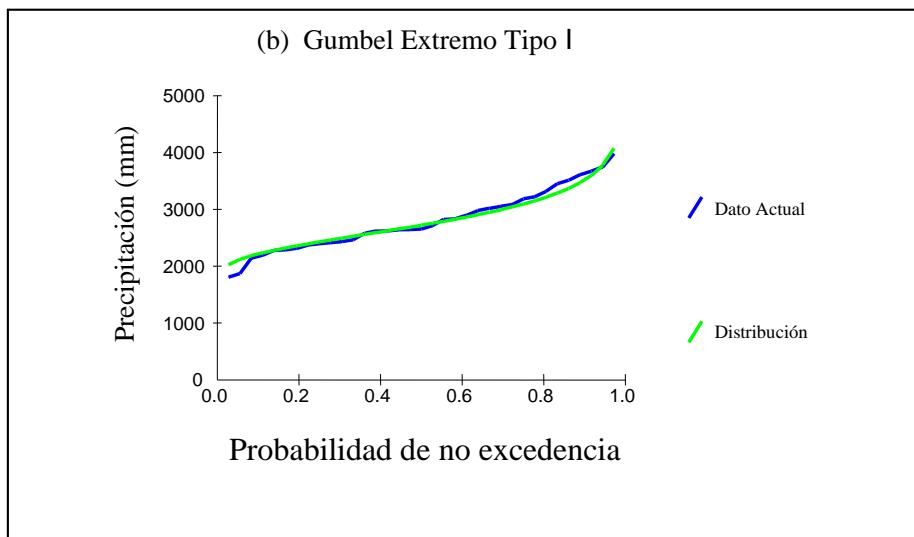
0.04	0.960	25	3735.56	205.0497	0.04	0.960	25	3958.62	289.0651
0.10	0.900	10	3474.16	165.3087	0.10	0.900	10	3531.84	215.6528
0.20	0.800	5	3228.95	132.8959	0.20	0.800	5	3194.07	160.59
0.25	0.750	4	3135.78	122.6374	0.25	0.750	4	3079.72	143.1752
0.50	0.500	2	2760.29	101.6857	0.50	0.500	2	2683.9	94.4375
0.75	0.250	1.3	2431.60	109.6179	0.75	0.250	1.3	2428.04	75.3727

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 25 RECTA LINEAL DE LAS PRECIPITACIONES PROMEDIOS (mm) VS SU PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA, SEGÚN LOS MÉTODOS: a) DISTRIBUCIÓN NORMAL, b) GUMBEL EXTREMO TIPO I.



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

4.1.8.8.1 Máximas y Mínimas Precipitaciones para Diferentes Periodos de Retorno (Tr).

El cálculo de las máximas y mínimas precipitaciones para diferentes periodos de retornos es de gran importancia al hacer un estudio hidrológico. El método utilizado fue el de Ven Te Chow y su fórmula:

$$X = \bar{x} \pm k \cdot s$$

X: valor buscado de la variable para Tr deseado.

\bar{x} : Media de la muestra.

k : Desviación estándar

s : factor de frecuencia.

Utilizando esta fórmula se determinó las máximas y mínimas precipitaciones para diferentes períodos de retorno (Tr) para los totales anuales. (Ver cuadro N° XXV).

Para las máximas precipitaciones se toma el signo positivo y para las mínimas precipitaciones el signo negativo, en un periodo de 38 años de registro pluviométrico. El valor que obtiene el factor “ k ”, se puede encontrar en el Cuadro N° XXV.

CUADRO N° XXV MÁXIMAS Y MÍNIMAS PRECIPITACIONES PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO (Tr) PARA LOS TOTALES ANUALES.

Años (Tr)	K	Máximas (mm)	Mínimas (mm)
5	0.843	3249.16	2632.80
10	1.503	3613.48	2514.57
15	1.871	3816.61	2448.65
20	2.137	3963.44	2401.00
25	2.338	4074.40	2364.99
50	2.957	4416.08	2254.10
100	3.571	4755.01	2144.11

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Evapotranspiración en el Área

Al estudiar el balance hídrico de una cuenca, el interés principal radica en la determinación de las pérdidas de agua por evapotranspiración, que es la cantidad de agua que regresa a la atmósfera a través de la evaporación directa de la superficie del suelo más la transpiración de las plantas.

En este estudio se utilizó la fórmula de Thornthwaite es la siguiente:

$$ETP = 16 (10T/I)^a$$

Donde:

ETP: evapotranspiración en mm.

I: índice calórico, constante para la región dada y es la suma de 12 índices mensuales **i**, donde **i** es función de la temperatura media normal mensual [$i: (t/5)^{1,514}$].

T: temperatura media mensual (no normal) en °C

a: exponente empírico, función de I

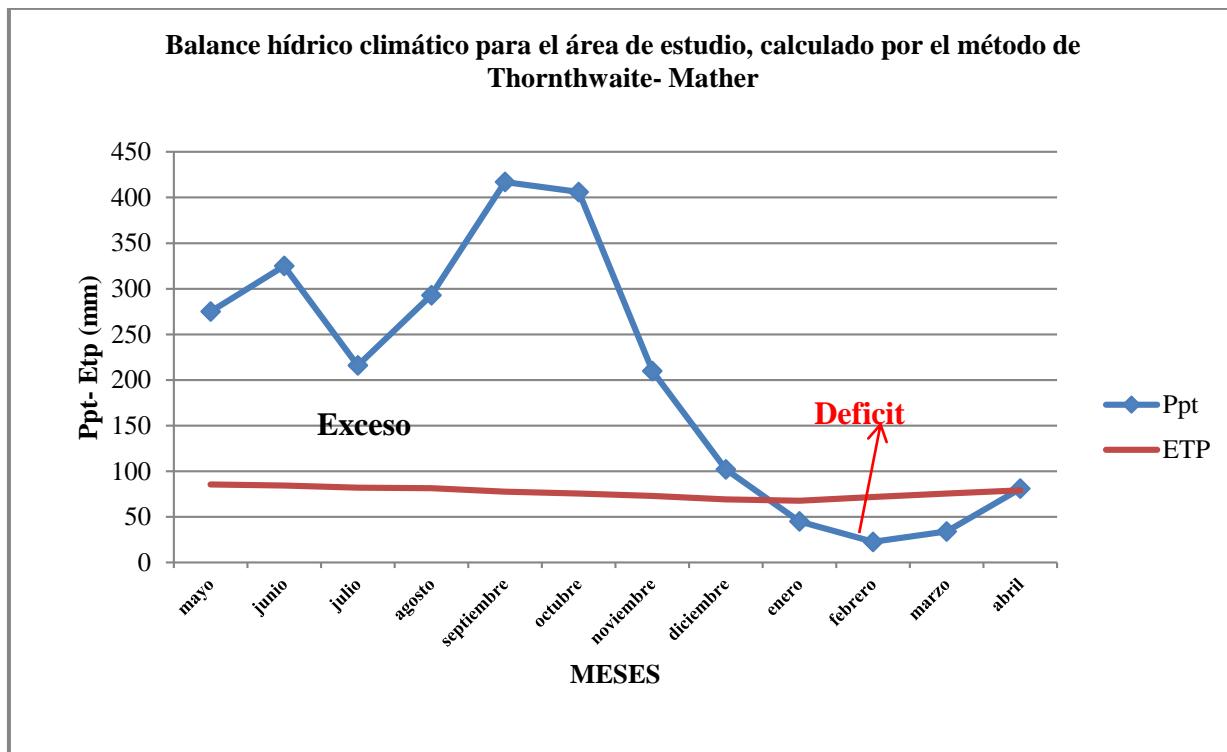
$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,79 \cdot 10^{-2} I + 0,49239$$

Evapotranspiración del área del estudio en milímetro por mes

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
67.7	71.9	75.5	79	85.6	84.4	82	81.4	77.6	75.7	72.9	69.2

4.3 Balance hídrico climático

Conocer el balance hídrico de una localidad permite determinar la duración y la magnitud a nivel macro climático de los períodos con exceso o deficiencia de agua.



Nota: La precipitación (**Ppt**) es la estación Los Naranjos, y La evapotranspiración (**ETP**) fue calculada por el método de **Thorntwaite**.

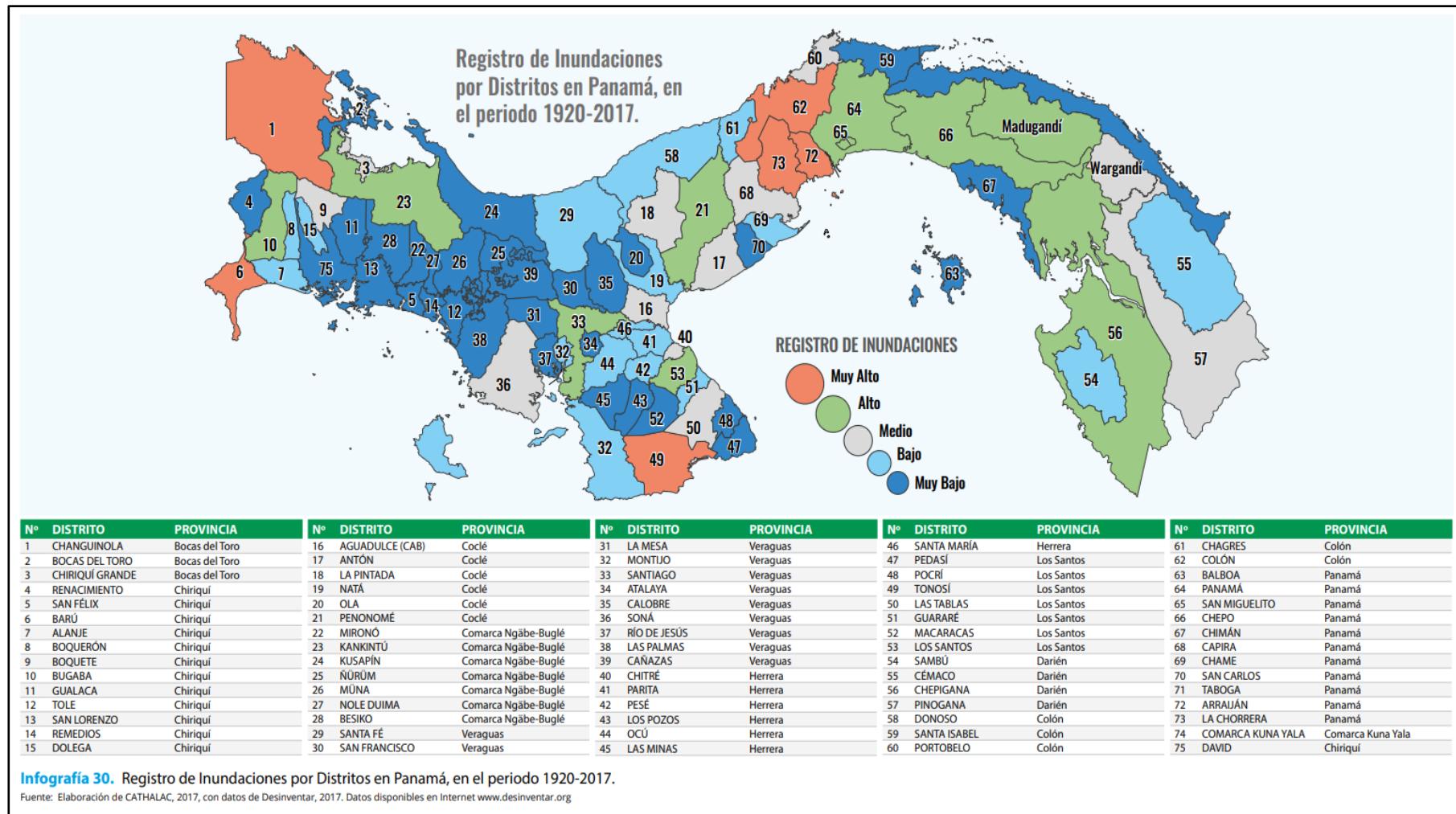
4.4 Demarcar en mapa antecedentes de inundación.

En el área de la cuenca del Río Caldera en el distrito de Boquete se han suscitado diferentes inundaciones que han repercutido con daños a la propiedad privada, durante los últimos años se han realizado canalizaciones, limpieza y construcción de murros o talud de protección en la parte central del corregimiento de Bajo Boquete, como medida de protección.

Se presenta un mapa que registra las inundaciones por distritos de la República de Panamá, en el periodo 1920-2017, según datos de CATHALAC, 2017, con datos de Desinventar, 2017, utilizados como referencia en la Guía Técnica de Cambio Climático para Proyectos de Infraestructura de Inversión Pública

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE PROPIEDAD DE CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

FIGURA N° 26 MAPA DE REGISTRO DE INUNDACIONES, EN EL PERIOD 1920-2017



Fuente: BID-MIAMBIENTE Guía Técnica de Cambio Climático para Proyectos de Infraestructura de Inversión Pública 2020

4.5 Simulación hidráulica de la planicie inundable

Informe del análisis hidráulico del Río Caldera es elaborado por el Ingeniero Irán Ramos, Ver adjunto en Anexo.

5. DESCRIPCIÓN Y DETALLES DE LA OBRAS A REALIZAR Y SU IMPLICACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

Por años las crecidas del Río Caldera han arrastrado gran cantidad de sedimentos, troncos, material pétreo y demás los cuales ha depositado a lo largo del cauce; acumulándose en los últimos kilómetros de su recorrido del río Caldera, muy cerca a la propiedad de Caldera, S.A., donde la pendiente de su cauce es menor y se convierte en una zona de depósito de materiales.

La acumulación de sedimentos ha provocado la disminución de la capacidad hidráulica del cauce para evacuar grandes avenidas, lo que ha provocado daños en las propiedades adyacentes al cauce del río; debajo de la sección trabajada por el Ministerio de obras Públicas (MOP) a través de la empresa Constructora Norberto Odebrecht S.A.

Las obras a realizar consisten en extraer del cauce los sedimentos y rocas y colocarlas en el margen derecho (dirección de la corriente) del cauce del río Caldera en la servidumbre ubicada al lado de la propiedad de Caldera S.A., además la colocar las rocas de mayor tamaño para la construcción del talud de la propiedad, por una longitud de 200 metros lineales siguiendo los contornos que mantiene el cauce actualmente.

El material a utilizar para la construcción del muro o talud de protección a la propiedad será comprado a una empresa de la localidad, será utilizará muy poco el material del cauce del río.

La limpieza del cauce del Río Caldera y la construcción del talud o muro se ubicaría entre las siguientes coordenadas UTM:

Inicio de limpieza y construcción de talud/muro: 17P 343465.00 mE, 967197.00 mN; a una altura de 1009 msnm.

Fin de la limpieza y construcción de talud/muro del Cauce: 17P 343531.00 mE, 967015.00 mN; a una altura de 1017 msnm

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

Las implicaciones ambientales para el área de influencia es mínima, ya que el entorno se ha visto alterado por las avenidas del Río Caldera, el manejo y empleo de equipos pesados implica el seguimiento ambiental a las variables de mantenimiento de equipos, estado mecánico, ya que van a estar en contacto de cerca con el agua; aunque se debe trabajar en seco, separando la corriente del río del área de trabajo a través de una ataguía que permita la movilización del equipo sin entrar en contacto directo con el agua, y a la vez se minimiza el arrastre de partículas en suspensión.

6. IDENTIFICAR POSIBLES IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN A PREDIOS Y/O USUARIOS AGUAS ABAJO O COLINDANTES CON RELACIÓN A LA OBRA EN CAUCE SOLICITADA

Actualmente agua abajo del sitio donde se realizarán las labores de reforzamiento de talud adyacente a la propiedad Caldera, S.A., se ubica la captación de la Hidroeléctrica Estrella Los Valles de la Empresa AES Panamá.

Esto no debe ser un impedimento para la realización de esta labor, ya que se debe trabajar en seco, mediante una ataguía, para minimizar la carga de sedimentos y el contacto de los equipos con el espejo de agua de la corriente, sin minimizar el volumen del recurso agua. Además, los trabajos se realizarán a una distancia de quinientos metros de distancia de este usuario.

La sociedad deberá regirse por las medidas de mitigación establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Habitaciones de Caldera S.A., además de lo que establezca la resolución de aprobación del estudio emitida por el Ministerio de Ambiente; y las recomendaciones generadas por el Ing. Civil en el estudio Hidráulico.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Boquete Weather. 2007 Boqueteweather.com. Consultado el 13 de Abril de 2016. Disponible en:
www.boqueteweather.com

Carlos A. Ortiz Solorio, Elementos de Agro meteorología Cuantitativa con aplicaciones en la república mexicana, 1984.má. Cuarta edición. Novo ART. Pa. 290 p.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S. A. 2006. Registros de caudales máximos observados, caudales promedios y caudales mínimos de las estaciones Caldera-Boquete (08-0202), Caldera Boquete (108-02-01) y Caldera Jaramillo (108-02-06). (1957-2002). Departamento de hidrometeorología. Sección de Hidrología. Panamá. 5 Págs.

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S. A. 2006. Registros de precipitación de las estaciones Bajo Grande, Bajo Boquete, Los Naranjos, Finca Lérida (1962-2004). Departamento de hidrometeorología – Sección de Meteorología. Panamá. 6 Págs.

Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A – ETESA. 2009 ETESA Todos los Derechos Reservados - Sitio Web Desarrollado por Pixel Media Publicidad. Consultado el 30 de Septiembre de 2011, Disponible en: www.etsa.com.pa

Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia, MOP. 2007. Atlas Nacional de la República de Panamá.

Quiel, I. 2006. Caracterización Hidrológica en el área de Boquete, cuenca alta del Río Caldera. Tesis Ingeniería Agrícola. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. David. Chiriquí. República de Panamá. 120 pág.

PANAMÁ INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL TOMMY GUARDIA. 1993. Hoja Topográfica de Boquete (3742-III). Escala 1: 50000.

BID-MIAMBIENTE 2020. GUÍA TÉCNICA DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE INVERSIÓN PÚBLICA. Consultado el 13 de enero de 2023. Disponible en: <https://dcc.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2021/05/Guia-Tecnica-de-Cambio-Climatico-2.pdf>

Anexos.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**REGISTRO LIMNIMETRICO DE LA ESTACIÓN JARAMILLO.
EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGIA
Resumen mensual de caudales promedios en m³/s**

**ESTACIÓN HIDROMÉTRICA CALDERA JARAMILLO ABAJO
Periodo 1975-200**

8°45' Latitud Norte
82° 25' Longitud Oeste

Área de drenaje 136 km²
Elevación 995 msnm

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1975	8.20	7.37	4.90	6.31	6.12	8.16	10.6	10.5	17.8	15.9	25.2	25.4	12.2
1976	13.2	9.10	7.72	6.57	9.36	13.1	12.8	10.0	7.80	11.7	14.7	10.5	10.5
1977	7.33	5.53	5.31	4.85	5.75	9.01	9.75	10.1	8.91	12.3	8.64	5.28	7.74
1978	4.99	5.86	4.79	4.64	7.04	10.4	9.47	7.82	12.4	17.1	11.3	16.4	9.36
1979	7.47	5.78	5.82	11.4	10.7	11.5	7.47	9.70	16.9	19.3	23.5	10.5	11.7
1980	9.69	11.5	5.26	5.83	9.83	15.1	10.9	15.3	14.2	12.7	16.1	16.8	11.9
1981	10.6	8.87	9.54	9.99	10.2	19.3	11.2	11.6	15.1	17.7	17.4	13.4	12.9
1982	6.30	5.30	4.99	5.38	6.82	8.58	7.05	8.11	9.22	17.7	10.3	8.06	8.15
1983	7.44	4.75	4.75	4.00	5.53	7.59	9.16	8.12	11.0	11.6	11.1	8.44	7.79
1984	12.2	6.07	8.21	6.96	10.9	9.62	9.30	16.7	19.4	11.9	11.0	12.9	11.3
1985	8.6	7.0	6.3	5.3	5.56	8.3	7.6	9.96	8.63	9.4	8.9	7.9	7.79
1986	10.4	6.1	7.2	6.3	7.41	10.5	7.7	7.53	15.7	20.0	8.3	7.0	9.51
1987	6.59	6.5	4.45	6.5	6.4	6.4	7.1	10.3	9.86	16.2	10.1	9.8	8.34
1988	11.6	10.3	7.97	4.68	5.44	12.75	15.7	29.0	24.7	17.7	9.46	12.1	13.4
1989	8.33	8.87	7.07	5.51	6.16	7.66	11.2	8.7	13.2	11.1	8.22	14.7	9.21
1990	11.9	8.0	9.36	5.87	8.37	7.19	8.57	10.5	8.43	12.0	13.4	9.52	9.43
1991	4.54	4.5	4.3	4.2	5.17	6.37	6.78	7.85	7.38	7.5	4.2	4.69	5.63
1992	7.39	7.02	7.22	7.58	8.65	7.14	6.73	7.59	9.01	10.4	7.62	11.8	8.17
1993	8.47	6.49	9.76	6.69	9.0	9.5	6.92	10.7	12.0	12.9	11.2	12.5	9.67
1994	7.49	7.18	5.58	5.37	7.94	9.14	8.23	8.58	11.2	17.8	14.0	14.8	9.77
1995	7.82	6.71	4.44	4.59	5.98	12.8	11.0	14.6	12.0	17.4	11.7	10.2	9.93
1996	13.8	12.8	7.03	4.50	8.26	8.19	13.1	13.9	11.7	16.9	15.7	17.3	11.9
1997	8.34	12.5	9.38	6.11	9.06	9.57	10.2	8.03	7.93	14.2	12.7	12.5	10.0
1998	7.48	4.98	5.08	5.85	5.67	9.69	12.5	10.3	17.0	16.2	14.0	15.2	10.3
1999	9.72	9.38	6.62	7.57	11.2	10.8	8.56	11.2	16.6	20.8	18.6	20.2	12.6
2000	18.7	12.5	7.93	7.35	8.60	12.0	11.4	11.6	15.5	12.2	12.0	9.13	11.6
2001	9.61	9.45	4.93	6.63	8.75	11.5	10.9	10.2	13.6	11.4	14.2	13.5	10.4
2002	11.0	8.05	7.21	6.95	12.5	11.6	10.5	12.7	16.3	13.7	12.5	9.94	11.1
2003	7.65	6.90	5.05	6.80	9.20	14.0	11.0	10.1	12.2	21.3	13.5	9.65	10.6
2004	12.2	7.66	12.2	8.54	14.4	11.6	12.3	10.1	10.9	14.4	17.3	11.6	11.9
2005	24.1	10.5	5.46	6.59	7.62	7.99	9.24	9.30	10.5	15.8	15.5	8.90	11.0
Promedio	9.78	7.85	6.64	6.31	8.18	10.2	9.83	11.0	12.8	14.7	13.0	11.9	10.2
ST.	3.0	2.49	1.75	1.69	1.90	2.92	2.31	4.40	4.27	3.53	4.75	4.65	1.92
Min	4.54	4.54	4.27	4.00	5.17	6.37	6.73	7.53	7.38	7.52	4.22	4.69	4.00
Máx	18.7	12.75	9.76	11.4	11.2	19.3	15.7	29.0	24.7	20.8	25.2	25.4	29.0

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.

ST: Desviación Estándar

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**REGISTRO LIMNIMETRICO DE LA ESTACIÓN JARAMILLO.
EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGIA**

CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS M3/S.

LATITUD: 8° 45' N

LONGITUD: 82° 25'

ELEVACIÓN: 995 msnm.

FECHA DE INICIO: 11- 1974.

N° DE ESTACIÓN: 108-02-06

PROVINCIA: CHIRIQUI

DISTRITO: BOQUETE

ÁREA DE DRENAJE: 136 KM²

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC.
1957	31.13	44.33	10.68	7.56	36.76	36.77	19.04	18.33	25.29	58.43	94.70	139.02
1958	42.41	8.48	11.79	8.16	192.41	30.02	27.40	20.79	27.99	38.20	50.49	61.97
1959	36.77	14.00	29.11	6.67	15.21	307.26	13.80	36.77	26.64	48.31	72.59	100.50
1960	18.54	5.16	17.23	9.50	26.70	15.11	14.00	11.48	24.48	26.70	18.94	18.13
1961	45.74	10.98	6.08	7.54	10.17	11.79	13.00	26.70	41.40	101.75	31.63	26.70
1962	63.06	33.75	9.50	23.07	6.08	28.71	119.88	20.25	19.14	13.40	172.27	149.10
1963	50.27	5.39	5.84	12.69	20.75	9.85	8.16	6.93	47.55	14.71	29.42	151.11
1964	43.72	25.99	15.72	5.74	7.64	14.20	22.16	31.73	12.69	33.24	13.50	19.95
1965	51.38	28.61	14.31	41.81	18.64	16.62	50.77	16.32	29.52	44.33	40.30	14.41
1966	24.18	23.98	15.51	13.64	33.24	17.33	24.88	14.31	21.16	33.24	47.35	54.40
1967	23.07	6.42	21.44	11.83	33.23	18.81	17.43	14.30	30.47	33.23	23.58	22.57
1968	56.93	13.67	7.57	9.38	12.67	14.67	16.18	33.23	51.54	126.65	39.38	33.23
1969	78.50	42.01	11.83	28.72	7.57	35.74	149.22	25.21	23.83	16.68	214.43	185.59
1974	24.18	9.67	12.5	13.64	18.64	16.33	22.16	31.73	29.52	112.0	36.5	63.6
1975	25.3	27.4	6.28	13.64	28.2	227	43.9	35.5	118.0	114.0	314	321
1976	90.2	27.6	12.5	11.3	64.1	258	185	32.5	19.3	54.9	124	114
1977	24.2	9.67	9.39	8.25	27.8	69.4	29.3	66.6	26.3	76.6	61.3	6.99
1978	21.7	28.5	12.5	6.99	68.1	70.8	92.5	28.5	190.0	132.0	56.1	193
1979	35.1	6.99	24.2	101	53.7	107	45.7	33.3	174.0	103.0	323	39.7
1980	35.9	56.1	14.2	18.2	90.9	101	49	39.28	105.5	76.6	150	206
1981	35.9	107	35.6	50.5	40.1	163	55.2	104	190.0	326.0	76.5	138
1982	11	16.1	6.4	8.78	53.3	48.6	29.6	118	53.3	120.0	62	16.7
1983	14.2	7.16	28.2	13	38.4	65	53.3	69.9	99.7	140.0	44.3	245
1984	76.5	29.6	30.9	18.7	65.2	105	95.8	57.61	109.4	125.4	126.39	134.47
1985	11	32.15	17.86	26.94	53.0	123.37	68.25	57.61	109.4	125.4	152.48	116.28
1988	122	34.1	30.8	9.86	14	62	67.2	120	82.29	306	32.1	35.9
1989	24.1	104.0	32.3	18.4	56.7	45.23	29.3	28.5	26.3	76.6	76.6	39.7
1990	25.9	69.1	31.55	7.09	49.48	29.09	48.62	32.67	42.74	45.22	157.4	84.53
1991	5.05	8.77	5.86	7.62	38.74	65.09	42.74	118.1	89.99	140	7.09	29.09
1992	10.9	7.22	17.73	44.33	14.84	13.63	12.84	15.66	14.84	21.57	13.24	133.2
1993	24.48	16.72	75.81	24.98	56.1		17.55	27.57	82.91	42.5	25.6	138
1994	14.62	16.7	12.4	15.4	25	28.9	21.8	29.7	60.9	43.2	32.1	35.9
1995	15.0	22.2	7.8	12.6	14.4	21.3	17.4	40.8	52.9	35.8	23.6	102.4
1996	49.1	15.7	28.4	24.3	18.1	21.3	17.4	28.4	79.0	140	13.40	72.3
1997	69.1	34.1	31.55	44.3	56.1	13.63	38.2	24.3	36.2	35.8	25.6	87.51
2000	69.2	29.40	14.3	31.3	32.3	26.10	35.9	14.45	49.5	44.8	38.6	35.40
2001	28.9	20.00	11.5	24.3	28.0	31.10	61.7	45.40	109.4	126.6	134.6	140.92

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

REGISTRO LIMNIMÉTRICO DE LA ESTACIÓN JARAMILLO.

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A

GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGIA

CAUDALES MÍNIMOS INSTANTÁNEOS m³/s.

Latitud: 8° 45' N

Nº De Estación: 108-02-06

Longitud: 82° 25'

Provincia: Chiriquí

Elevación: 995 m.s.n.m.

Distrito: Boquete

Fecha de Inicio: 11- 1974.

Área de Drenaje: 136 Km².

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC.	Media
1957	9.27	7.97	6.05	5.23	4.49	7.44	6.01	5.62	6.42	7.18	7.88	9.14	6.89
1958	4.83	4.83	4.58	4.58	5.23	7.84	5.06	6.37	4.91	6.32	5.44	6.33	5.53
1959	5.11	4.22	3.71	3.24	4.83	4.39	3.39	4.99	5.66	6.75	6.66	7.74	5.06
1960	4.77	3.88	3.88	3.10	3.71	5.16	4.77	4.96	4.77	4.77	5.36	5.16	4.52
1961	4.14	4.83	3.93	3.53	3.73	3.53	3.73	3.53	3.73	3.53	3.53	4.14	3.82
1962	4.14	3.73	4.14	4.83	3.53	3.53	4.36	4.58	4.36	7.22	1.38	8.16	4.50
1963	4.84	4.18	3.78	3.37	4.54	3.45	4.75	4.40	4.20	6.57	6.92	8.13	4.93
1964	4.46	5.59	4.08	3.60	3.12	4.43	4.93	5.53	5.18	6.02	5.81	5.18	4.83
1965	5.44	6.39	5.29	4.49	4.65	4.98	4.90	5.29	5.59	7.27	6.70	6.32	5.61
1966	7.97	5.16	5.29	5.56	7.06	8.17	6.23	6.65	6.56	8.87	8.36	7.25	6.93
1967	5.14	6.35	5.37	5.85	4.28	9.07	6.39	9.26	8.93	8.62	8.62	8.01	7.16
1968	5.37	4.92	4.38	4.70	6.35	9.58	9.26	8.01	8.93	8.93	8.01	6.49	7.08
1969	7.25	5.39	4.74	5.28	4.49	5.85	4.49	8.63	9.05	8.62	9.94	7.25	6.75
1970	5.58	5.21	4.63	4.71	4.75	6.13	5.66	6.54	6.60	7.77	6.97	7.10	5.97
1971	5.83	5.47	4.58	4.90	5.20	7.19	6.47	7.59	8.19	8.19	8.46	7.17	6.60
1972	5.60	5.24	4.63	4.73	4.80	6.24	5.74	6.65	6.76	7.81	7.12	7.11	6.03
1973	6.01	5.25	4.58	4.90	5.20	7.19	6.47	7.69	8.19	8.38	8.34	7.00	6.60
1974	6.19	5.42	4.83	5.17	5.36	7.67	6.42	7.78	8.04	11.3	7.92	6.8	6.91
1975	5.80	5.34	4.50	4.50	4.91	5.80	8.53	7.92	8.53	11.30	14.70	8.94	7.56
1976	6.24	7.49	6.71	5.99	6.96	7.49	7.77	6.99	6.41	8.25	8.25	6.13	7.06
1977	5.36	4.89	5.29	4.44	4.03	5.87	6.41	6.99	6.41	6.99	5.61	4.44	5.59
1978	4.03	4.03	4.03	4.44	6.13	6.41	5.36	7.29	8.25	7.60	8.59	5.85	
1979	5.87	5.12	5.12	6.41	7.29	7.92	6.41	6.13	10.20	7.92	11.70	7.14	7.27
1980	5.24	5.74	4.44	4.03	5.12	10.10	7.92	7.50	8.40	7.60	7.29	8.59	6.83
1981	6.13	4.89	6.46	6.71	6.71	11.30	8.94	8.63	8.94	8.63	9.83	6.66	7.82
1982	4.97	4.36	4.36	4.36	5.19	6.53	5.65	6.40	4.76	10.40	5.23	5.23	5.62
1983	5.82	4.18	3.80	3.18	3.05	4.10	5.86	6.00	7.34	4.56	5.41	5.77	4.92
1984	5.09	3.31	5.12	4.66	6.41	3.64	3.30	7.50	8.40	9.50	9.00	7.90	6.15
1985	5.70	5.50	4.90	4.30	4.40	6.10	5.30	7.50	6.90	6.60	6.50	5.70	5.78
1986	6.00	4.90	4.50	5.00	4.30	7.10	3.30	6.00	9.90	10.50	6.40	5.60	6.13
1987	4.90	5.00	4.10	4.60	4.50	5.00	4.70	6.60	5.40	12.50	7.70	6.40	5.95
1988	5.54	6.99	5.58	3.88	3.65	5.22	9.31	11.10	13.20	8.40	7.09	7.45	7.28
1989	5.47	4.90	5.00	4.58	4.51	6.43	6.19	6.19	6.19	8.32	7.35	6.60	5.98
1990	9.08	5.67	5.14	5.00	5.86	5.23	5.97	5.97	6.23	7.53	6.38	4.90	6.08
1991	4.19	4.21	3.93	3.86	4.02	4.46	5.09	5.20	4.61	6.18	8.63	9.38	5.31
1992	6.90	5.83	5.49	5.00	6.60	6.02	5.49	6.60	6.60	7.22	6.90	5.72	6.20
1993	6.32	4.43	3.89	5.12	5.58	7.42	4.67	6.32	10.20	9.46	8.30	7.67	6.62
1994	6.11	5.54	4.51	4.00	5.30	6.90	6.86	6.62	6.44	14.60	10.70	8.23	7.15
1995	7.47	4.73	3.96	3.83	4.34	6.47	7.98	9.57	9.57	12.40	9.98	8.34	7.39
1996	8.43	7.31	4.99	3.46	3.87	5.58	8.35	11.10	8.51	12.80	12.00	10.00	8.03
1997	6.31	5.75	5.57	4.77	5.19	7.06	7.52	5.98	5.30	7.81	9.28	7.16	6.48
1998	5.30	4.26	3.75	3.88	3.75	7.20	8.36	6.73	13.80	10.90	9.77	10.20	7.33
1999	6.18	6.26	4.57	3.74	7.60	7.35	6.42	6.88	9.89	7.98	17.20	13.70	8.15
2000	11.70	9.71	6.13	5.64	5.64	8.48	8.93	8.44	9.89	7.98	8.61	7.04	8.18
2001	6.60	5.95	4.27	3.66	6.46	8.53	7.04	6.96	9.60	10.00	10.20	9.57	7.40

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**REGISTRO PLUVIOMÉTRICO DE LA ESTACIÓN FINCA LERIDA.
EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A.
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGÍA
TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACIÓN -mm-**

LATITUD: 8°48'
LONGITUD: 82°29'
ELEVACIÓN: 1700 m.s.n.m
FECHA DE INICIO: 01-03-63

Nº DE ESTACIÓN: 108-001
PROVINCIA: CHIRIQUI
DISTRITOBOQUETE
TIPO ESTACIÓN: PV

ESTACIÓN FINCA LÉRIDA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	8.7	3.5	10.0	60.0	87.8	142.9	125.6	90.1	70.8	100.9	72.3	28.9	801.5
1965	54.0	29.8	32.0	4.5	201.7	229.6	87.1	197.0	410.9	421.0	172.0	66.5	1906.1
1966	93.3	54.0	40.0	139.5	405.6	340.1	202.5	202.5	296.3	493.0	117.5	252.0	2636.3
1967	100.5	41.5	47.5	211.5	62.0	536.8	220.5	301.8	396.8	464.8	146.0	131.5	2661.2
1968	99.5	249.1	134.0	47.0	414.8	495.6	239.3	212.0	375.9	432.6	168.0	170.5	3038.3
1969	79.0	30.0	15.5	130.0	228.0	345.8	223.3	543.8	589.0	584.3	390.8	61.5	3221.0
1970	165.8	111.5	60.0	580.5	230.0	156.0	327.1	361.5	470.6	384.5	483.1	502.0	3832.6
1971	99.5	49.0	57.0	71.5	304.5	179.5	234.5	245.5	507.0	499.5	276.5	93.5	2617.5
1972	71.0	52.5	16.5	132.5	224.5	352.5	117.5	303.5	315.5	364.0	193.0	129.0	2272.0
1973	124.0	40.5	5.5	122.5	412.0	453.5	369.5	414.0	380.5	520.0	429.5	228.5	3500.0
1974	111.5	28.5	20.5	24.5	427.6	383.1	170.0	301.3	375.1	616.8	56.5	81.5	2596.9
1975	62.5	10.0	12.5	27.5	379.3	231.0	271.0	295.0	708.3	482.6	522.1	278.1	3279.9
1976	110.0	35.0	16.0	107.5	316.8	429.9	258.5	220.0	161.5	403.6	231.1	85.0	2374.9
1977	15.5	14.0	7.0	23.5	376.8	236.0	107.5	262.0	278.0	309.3	194.5	18.0	1842.1
1978	36.0	30.0	44.0	87.5	360.0	179.5	320.1	169.0	418.6	410.9	165.0	244.8	2465.4
1979	26.5	14.0	38.5	345.1	254.3	273.3	187.0	405.3	602.2	586.3	385.7	148.0	3266.2
1980	114.0	105.0	37.5	39.0	370.1	398.7	267.8	275.4	302.5	327.5	436.3	194.6	2868.4
1981	67.5	141.0	53.5	200.0	350.0	488.6	122.0	350.6	274.8	552.3	239.5	126.5	2966.3
1982	45.0	53.4	18.0	118.0	441.3	220.0	148.5	135.0	368.4	464.6	146.3	59.0	2217.5
1983	24.5	29.0	29.0	28.0	196.5	246.8	317.3	240.5	345.3	336.0	208.5	51.0	2052.4
1984	114.0	52.0	40.7	74.5	294.6	290.8	336.8	395.4	437.4	422.6	244.5	285.0	2988.3
1985	46.5	45.5	64.0	81.0	154.0	274.1	243.3	238.0	219.5	373.6	124.8	129.5	1993.8
1986	144.3	13.5	200.1	29.0	338.1	350.1	77.5	279.5	473.6	587.8	67.5	51.0	2612.0
1987	75.0	26.0	38.5	68.0	248.0	220.5	284.3	300.1	423.9	469.3	151.5	148.0	2453.1
1988	122.9	69.0	82.5	43.0	183.5	374.8	344.1	792.1	484.2	605.0	154.0	157.5	3412.6
1989	61.0	133.3	58.0	50.5	171.5	338.4	333.6	189.8	404.3	215.0	186.0	314.6	2456.0
1990	150.5	28.5	90.0	15.0	313.3	121.5	172.5	264.0	225.0	447.3	454.2	252.0	2533.8
1991	17.5	58.5	38.0	64.5	400.3	320.1	235.3	293.8	307.0	496.2	92.0	147.0	2470.2
1992	25.0	27.5	48.0	187.3	136.5	215.0	195.5	153.5	313.0	223.3	105.5	232.5	1862.6
1993	170.0	36.0	197.0	89.0	444.5	256.0	88.5	306.0	471.4	342.3	236.8	201.1	2838.6
1994	36.5	27.5	26.5	32.0	236.0	214.8	175.8	234.5	397.1	472.4	296.5	207.0	2356.6
1995	25.5	42.5	57.0	169.5	270.8	504.9	296.5	490.3	387.0	610.1	136.0	94.5	3084.6
1996	312.4	180.8	56.5	38.0	345.3	307.8	309.3	271.8	328.8	507.6	334.8	236.8	3229.9
1997	120.8	125.5	38.5	179.8	195.0	318.0	208.0	161.0	312.5	427.4	360.3	202.9	2649.7
1998	7.0	42.5	73.5	53.0	227.0	354.5	388.9	249.0	427.5	621.4	256.3	329.8	3030.4
1999	116.5	60.5	74.0	301.4	266.0	387.1	108.0	481.1	689.9	610.6	313.0	465.1	3873.2
2000	356.6	107.5	27.0	106.3	279.5	348.3	234.5	224.5	460.6	246.5	205.8	110.5	2707.6
2001	152.0	85.5	44.5	84.5	235.8	192.5	52.5	238.8	451.5	259.3	259.0	191.1	2247.0
2002	127.0	70.5	48.5	79.0	444.4	239.5	214.5	381.1	469.3	346.5	322.8	52.5	2795.6
2003	47.0	20.0	130.5	109.3	323.6	546.4	238.5	170.5	486.1	493.8	415.4	266.0	3247.1
2004	104.0	74.0	166.0	89.0	452.7	222.0	270.5	221.3	508.1	360.1	361.3	165.0	2994.0
MAX	356.6	249.1	200.1	580.5	452.7	546.4	388.9	792.1	708.3	621.4	522.1	502.0	3873.2

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

REGISTRO PLUVIOMÉTRICO DE LA ESTACIÓN LOS NARANJOS.

**EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGÍA
TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACIÓN -mm-**

**LATITUD: 8°47
LONGITUD: 82°27
ELEVACIÓN: 1200 m.s.n.m
FECHA DE INICIO: 01-12-71**

**Nº DE ESTACIÓN: 108-017
PROVINCIA: CHIRIQUI
DISTRITO: BOQUETE
TIPO ESTACIÓN: B**

ESTACIÓN LOS NARANJOS.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	49.9	47.1	12.7	83.3	176.2	290.2	101.5	259.3	352.6	297.3	142.9	59.8	1872.8
1973	81.1	20.5	22.7	112.8	392.5	489.6	334.5	366.9	326.6	619.7	459.0	132.6	3358.5
1974	44.2	6.1	10.6	22.5	417.9	427.5	177.7	238.9	532.7	431.2	44.3	57.8	2411.4
1975	29.3	6.2	2.7	13.6	267.5	228.3	381.0	243.6	681.0	402.5	657.5	209.4	3122.6
1976	54.1	11.4	5.2	59.4	241.6	398.0	195.8	197.7	190.1	341.8	156.7	70.3	1922.1
1977	0.4	2.2	0.0	8.8	312.2	286.4	76.5	341.7	253.0	291.8	151.7	1.9	1726.6
1978	5.2	5.3	69.3	54.5	389.7	232.0	329.3	180.1	479.4	398.4	160.2	205.7	2509.1
1979	11.8	3.8	82.9	328.7	308.0	383.9	198.9	337.6	436.5	492.1	256.7	88.6	2929.5
1980	47.1	42.1	36.5	42.6	404.3	347.4	258.8	314.3	352.1	284.3	370.4	110.2	2610.1
1981	23.3	59.6	41.9	127.0	357.1	478.7	136.6	328.1	351.3	484.3	170.3	83.4	2641.6
1982	17.6	9.2	11.2	72.1	380.3	285.0	103.8	109.8	442.8	471.6	80.0	9.3	1992.7
1983	2.5	19.7	24.8	40.6	106.9	298.0	291.5	213.5	335.5	388.3	172.4	28.8	1922.5
1984	36.2	21.4	21.1	67.1	186.6	366.6	396.6	470.5	533.9	433.8	163.0	134.8	2831.6
1985	31.8	6.3	17.9	128.4	126.4	311.5	209.4	336.5	239.8	280.8	97.1	67.1	1853.0
1986	55.9	37.9	89.5	7.3	223.0	348.2	64.0	215.3	560.9	709.7	72.4	8.3	2392.4
1987	18.3	5.6	63.2	24.2	209.6	199.8	209.8	350.6	387.7	424.2	59.8	81.1	2033.9
1988	140.9	13.6	79.0	29.3	176.3	383.3	296.6	823.7	587.0	54.4	122.1	54.7	2760.9
1989	15.2	55.1	8.1	24.1	159.4	331.1	239.2	185.5	508.8	214.3	149.5	181.9	2072.2
1990	44.4	14.7	23.8	0.0	331.6	117.6	162.8	239.8	234.7	410.7	559.0	155.5	2294.6
1991	2.5	17.7	60.2	83.3	348.4	339.9	198.0	218.8	394.3	409.0	81.9	64.8	2218.8
1992	2.5	3.6	24.0	190.9	140.1	219.8	171.2	177.7	300.3	258.3	139.1	146.4	1773.9
1993	84.5	7.8	46.5	82.7	399.3	269.8	78.4	309.1	470.5	370.1	195.4	99.9	2414.0
1994	10.3	5.7	13.8	92.4	334.2	223.9	120.4	250.5	406.1	489.2	299.4	112.4	2358.3
1995	18.2	16.4	29.5	123.8	176.1	641.5	259.0	439.0	373.8	550.6	98.6	89.7	2816.2
1996	134.4	77.7	28.3	54.5	327.1	331.8	344.6	304.7	257.1	416.5	257.1	134.6	2668.4
1997	82.0	46.6	58.4	185.6	147.7	223.7	184.8	111.9	308.3	440.6	248.5	56.2	2094.3
1998	0.0	42.5	14.1	16.2	180.3	358.4	417.7	388.3	465.0	506.3	168.9	257.0	2634.4
1999	64.5	46.7	9.0	227.1	225.1	385.5	84.9	493.1	670.4	745.8	270.1	248.0	3470.2
2000	200.6	32.5	5.6	77.8	387.1	379.7	278.2	243.7	540.6	202.2	177.4	71.3	2596.7
2001	76.1	19.4	57.3	36.4	314.5	221.3	167.7	230.2	492.7	341.0	230.3	118.9	2305.8
2002	37.1	14.6	7.1	30.0	261.6	293.5	165.9	462.1	573.1	352.2	208.9	27.5	2433.6
2003	7.3	2.7	104.1	194.4	372.9	501.0	245.0	136.8	381.8	474.0	274.2	123.6	2817.8
2004	63.0	27.8	42.3	30.0	319.6	134.1	274.1	167.7	353.0	425.7	247.4	90.0	2174.7
PROM	45.2	22.7	34.0	81.0	275.8	325.1	216.8	293.5	417.4	406.4	210.4	102.5	2425.3
MAX	200.6	77.7	104.1	328.7	417.9	641.5	417.7	823.7	681.0	745.8	657.5	257.0	3470.2
MIN	0.0	2.2	0.0	0.0	106.9	117.6	64.0	109.8	190.1	54.4	44.3	1.9	1726.6

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**REGISTRO PLUVIOMÉTRICO DE LA ESTACIÓN BAJO BOQUETE.
EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGÍA
TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACIÓN -mm-**

LATITUD: 8°46'
LONGITUD: 82°26'
ELEVACIÓN: 1060 m.s.n.m
FECHA DE INICIO: 01-09-66

Nº ESTACIÓN: 108-005
PROVINCIA: CHIRIQUI
DISTRITO: BOQUETE
CORREGIMIENTO: BOQUETE

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1967	16.0	9.0	8.5	145.5	31.0	653.4	100.5	403.8	632.5	452.9	123.8	27.5	2604.4
1968	11.5	205.5	113.0	10.5	793.5	604.5	238.0	223.0	740.1	700.4	114.5	113.5	3868.0
1969	100.0	45.0	52.8	132.3	485.7	639.7	383.6	451.4	654.0	602.1	282.0	81.0	3909.6
1970	162.0	18.1	44.5	365.7	322.6	303.9	458.4	640.8	624.1	581.4	466.8	296.5	4284.8
1971	24.5	54.3	52.0	23.2	409.2	282.3	423.7	487.0	631.3	538.3	444.8	81.5	3452.1
1972	27.6	36.2	18.0	47.5	227.0	603.7	199.1	404.1	500.8	469.6	108.9	71.1	2713.6
1973	39.5	54.5	54.4	290.6	574.2	669.2	490.4	455.1	501.4	726.2	443.7	70.6	4369.8
1974	21.7	0.0	45.6	46.5	472.3	529.7	243.3	426.3	660.4	562.3	98.2	21.4	3127.7
1975	30.1	5.5	4.0	39.0	430.6	352.3	511.6	366.0	994.8	713.7	849.9	128.2	4425.7
1976	15.6	1.3	0.1	158.6	378.5	567.4	189.9	288.3	187.6	718.4	320.6	60.3	2886.6
1977	1.8	0.0	0.0	27.4	433.2	296.1	59.9	407.3	448.4	206.5	147.5	9.6	2037.7
1978	5.6	0.0	117.8	20.0	565.9	343.1	457.2	429.2	669.8	540.1	204.3	143.0	3496.0
1979	14.3	3.9	201.6	449.9	386.7	353.8	366.6	362.3	804.6	789.4	453.2	145.3	4331.6
1980	54.7	83.8	63.2	108.9	688.2	410.8	201.2	385.8	562.0	465.5	350.9	80.3	3455.3
1981	6.1	22.2	51.6	106.5	556.0	594.0	232.2	470.9	443.1	611.4	308.9	148.5	3551.4
1982	14.5	4.3	35.7	87.0	529.5	546.0	191.3	108.3	494.4	653.5	69.3	0.5	2734.3
1983	4.4	39.5	55.1	34.3	183.6	425.1	355.7	286.2	691.7	678.2	467.6	50.3	3271.7
1984	5.1	42.9	89.8	171.7	254.1	406.3	600.7	609.5	775.3	651.1	144.7	89.2	3840.4
1985	24.0	4.5	51.8	218.9	152.9	475.3	274.8	436.8	351.7	426.6	102.6	48.0	2567.9
1986	19.7	42.6	137.0	0.3	286.3	422.6	56.5	284.9	576.7	770.2	117.0	11.1	2724.9
1987	42.2	1.7	177.6	23.2	311.6	302.5	305.0	309.9	601.2	611.2	84.7	45.0	2815.8
1988	0.5	0.0	64.1	98.7	232.4	556.9	291.1	904.42	606.43	403.52	193.4	30.2	3381.7
1989	8.2	29.7	17.5	49.0	224.6	424.8	427.1	319.5	751.0	235.7	157.9	224.3	2869.3
1990	14.8	4.5	93.0	29.5	353.2	187.3	253.6	342.8	408.4	609.0	659.9	83.5	3039.5
1991	18.4	8.0	95.5	55.5	463.5	532.6	204.7	329.7	766.3	596.2	65.6	22.4	3158.4
1992	2.5	3.6	24.0	190.9	140.1	219.8	171.2	177.7	300.3	258.3	139.1	146.4	1773.9
1993	92.09	3.39	56.07	159.75	465.2	342.97	38.9	329.7	474.1	424.0	191.9	92.5	2670.6
1994	7.3	3.0	3.5	103.3	313.5	200.2	118.5	189.0	300.4	459.3	126.8	35.1	1859.9
1995	3.2	2.0	22.0	287.9	210.7	417.7	307.0	493.7	571.6	581.9	170.2	82.2	3150.1
1996	68.6	38.8	26.0	108.6	399.3	448.5	262.0	423.0	516.7	616.6	355.0	90.0	3353.1
1997	60.5	15.5	19.9	252.4	115.3	520.5	130.4	198.0	444.1	557.9	491.6	30.0	2836.1
1998	0.0	109.5	16.4	25.3	219.9	378.9	485.9	434.6	626.0	662.1	188.2	237.8	3384.6
1999	43.8	41.7	3.5	147.1	459.7	684.6	91.2	523.1	957.1	824.1	332.8	219.0	4327.7
2000	227.1	56.3	22.9	80.3	412.7	427.0	284.4	274.6	603.6	277.0	225.3	102.3	2993.6
2001	37.1	8.4	40.6	16.4	293.1	192.8	141.0	223.6	386.5	305.2	157.5	55.6	1857.7
2002	30.4	22.2	53.6	114.5	357.8	427.7	264.7	373.1	565.9	546.8	257.6	85.8	3100.2
PROM	34.9	28.4	53.7	117.4	364.8	437.3	272.5	382.6	578.5	550.7	261.6	90.5	3172.9
MAX	227.1	205.5	201.6	449.9	793.5	684.6	600.7	904.4	994.8	824.1	849.9	296.5	7032.6
MIN	0.0	0.0	0.0	0.3	31.0	187.3	38.9	108.3	187.6	206.5	65.6	0.5	826.0

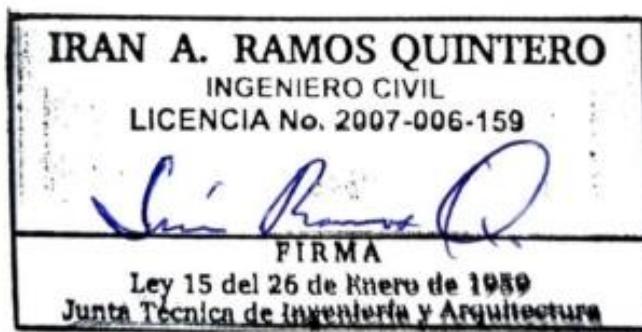
Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

**PROMOTOR DEL PROYECTO:
Caldera S.A.**

**TÉCNICO RESPONSABLE:
Irán Antonio Ramos Q
Ingeniero Civil, Licencia No. 2007 – 006 – 159.**



MARZO DE 2023

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

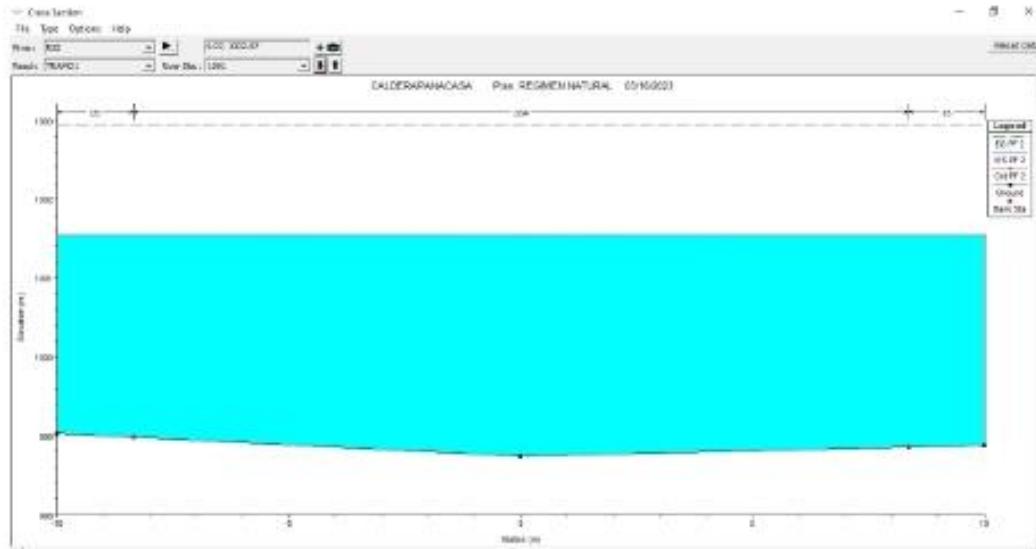
**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

ANALISIS HIDRAULICO

El análisis hidráulico se realizó mediante el programa **HEC – RAS 4.0**. En donde se emplearon los datos de las 19 secciones establecidas en el cauce de la corriente del Río Caldera, y los caudales en base a los siete períodos de retorno establecidos por el M.O.P. El informe se centrará en el período de retorno de 100 años, por el grado de importancia del proyecto.

1. Resultados obtenidos

**RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MODELACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
DEL CAUDAL EN EL CAUCE PARA UN PERIODOS DE RETORNO DE 1:100
AÑOS.**

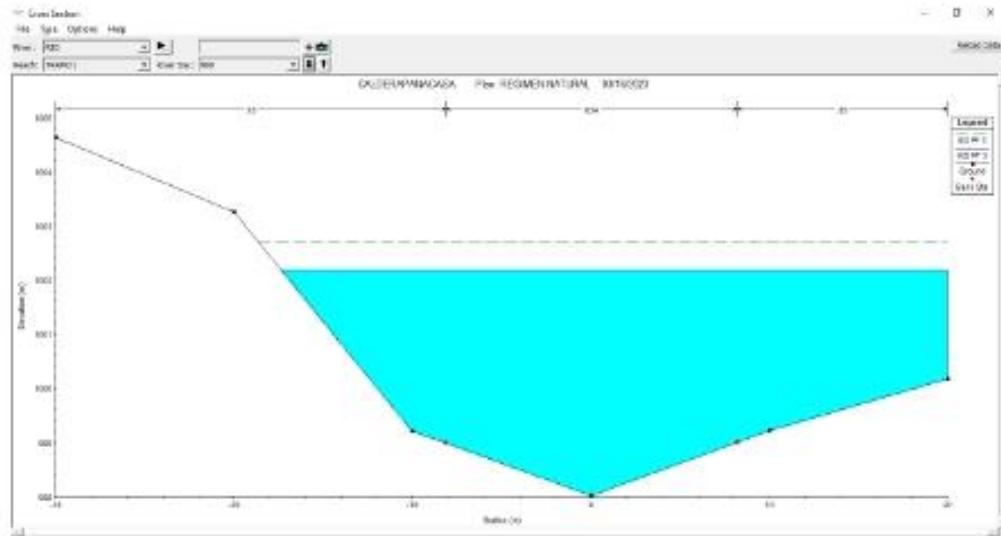


Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

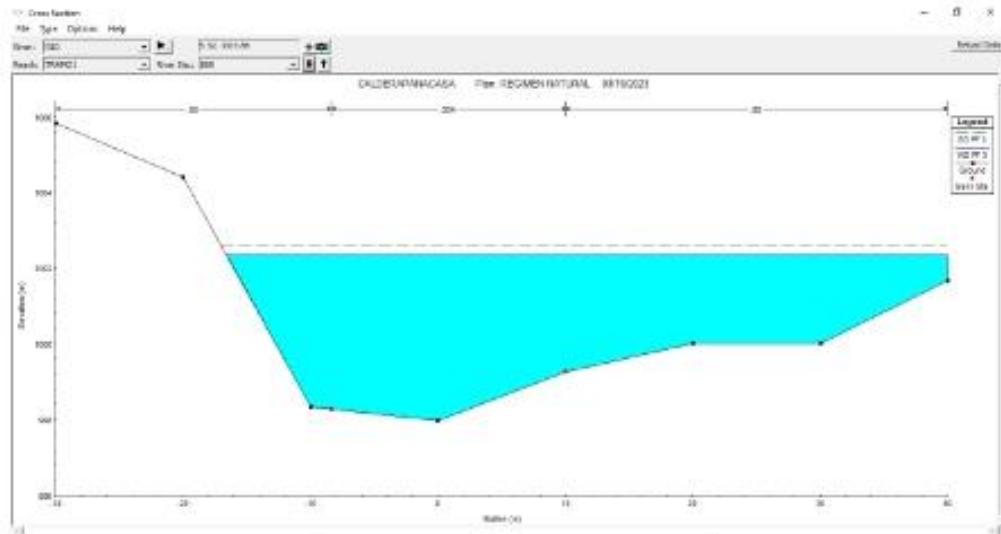
* Página 2 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



SECCION 0K+010



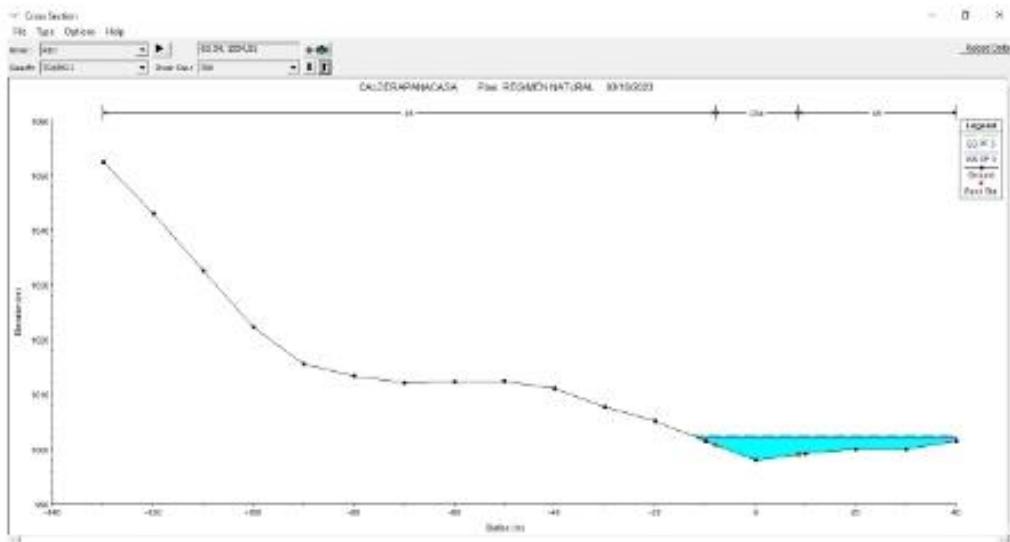
SECCION 0K+020

Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

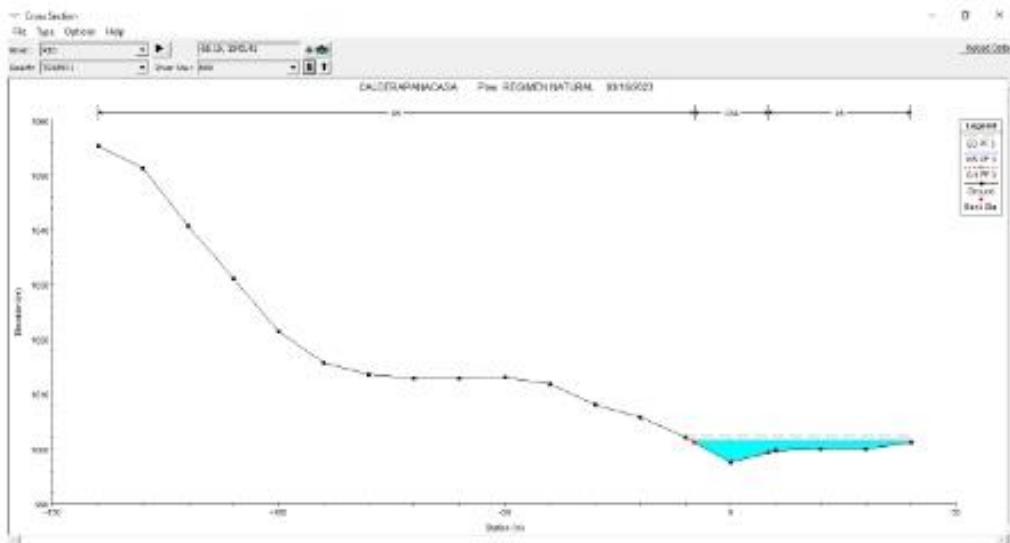
* Página 3 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



SECCION 0K+030



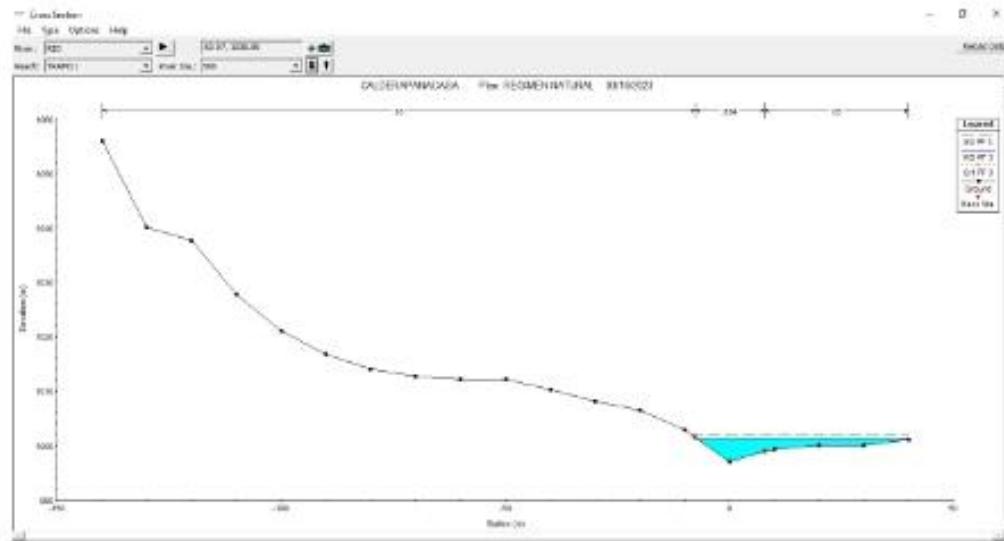
SECCION 0K+040

Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

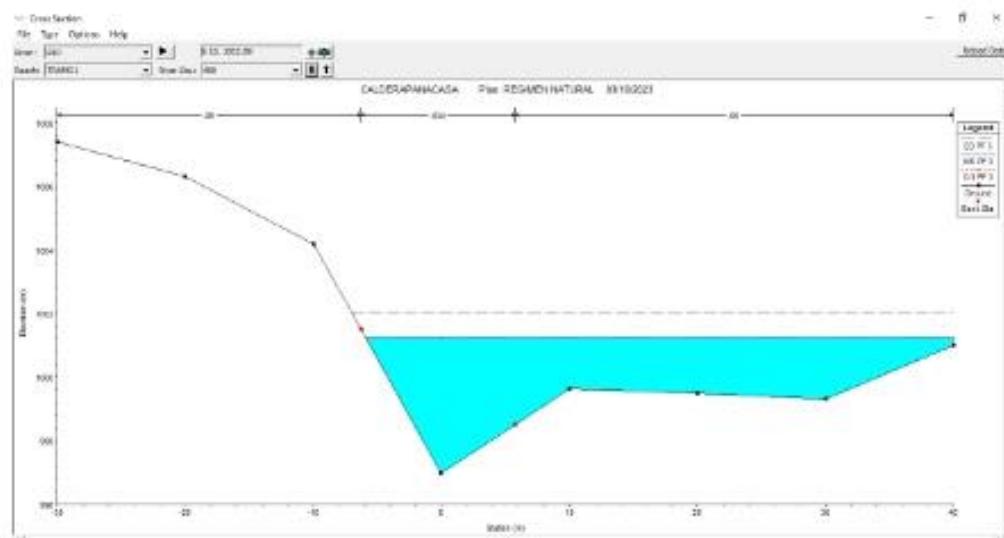
* Página 4 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



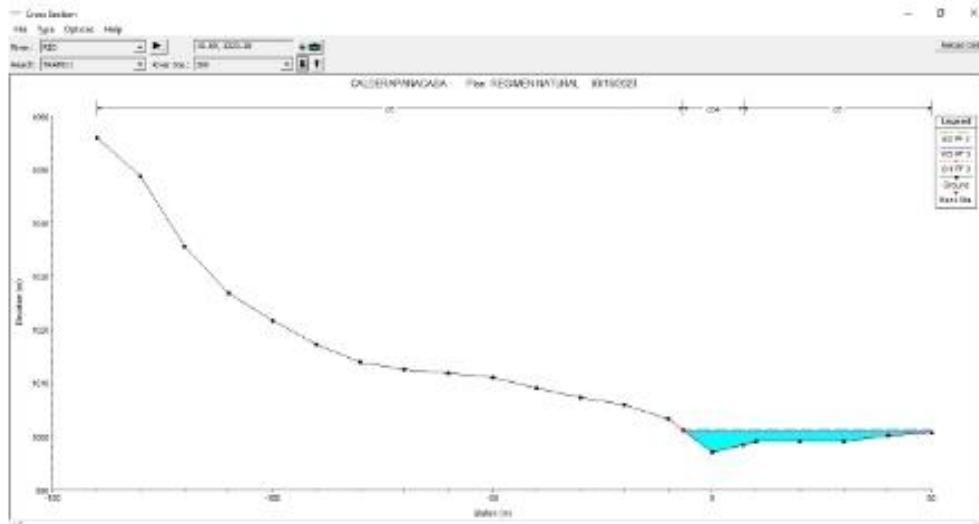
SECCION 0K+050



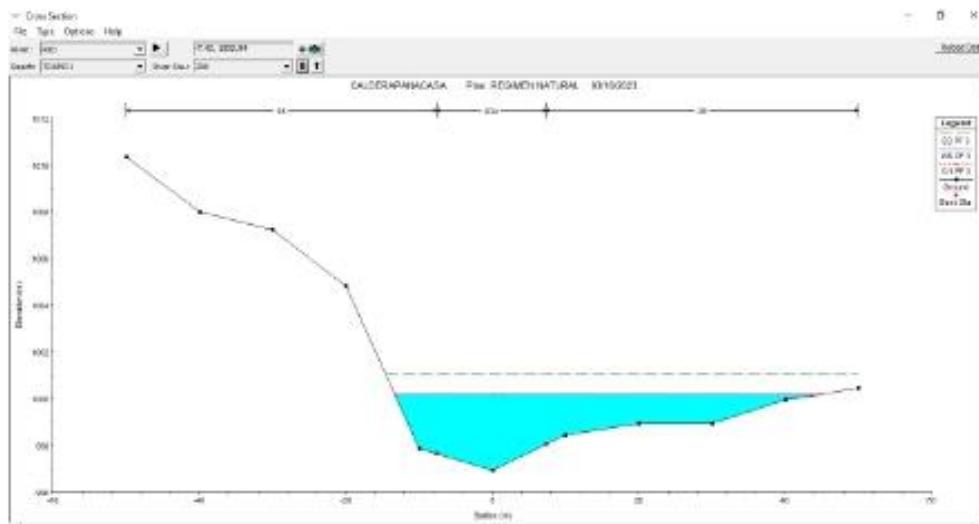
SECCION 0K+060

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



SECCION 0K+070



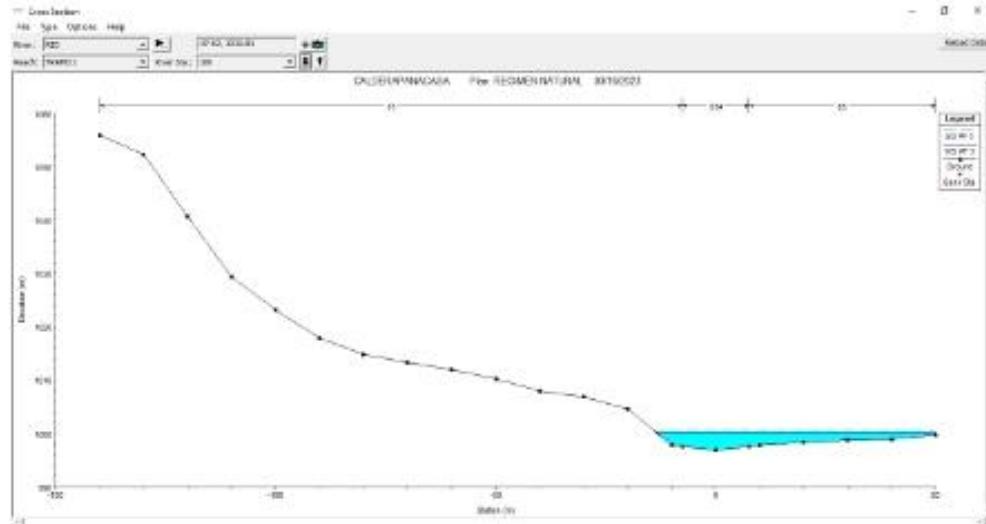
SECCION 0K+080

Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

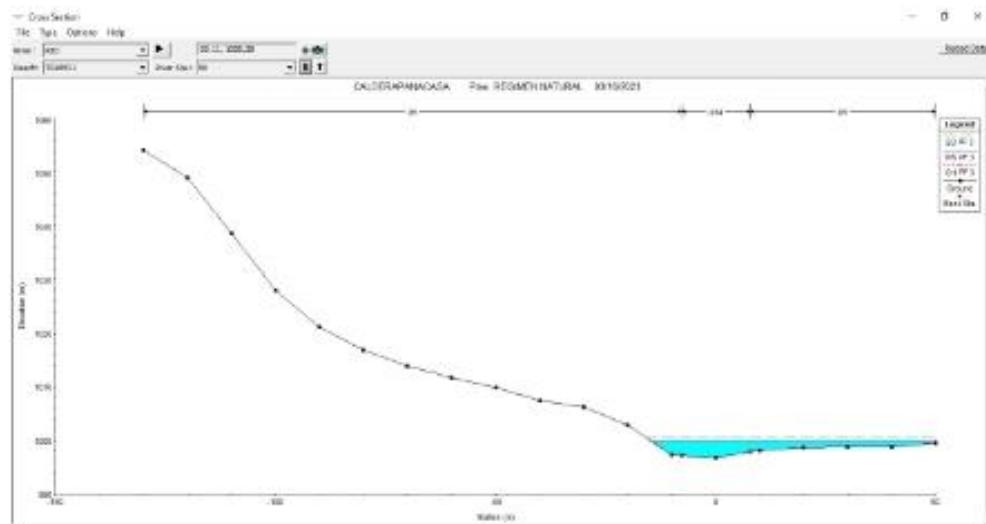
* Página 6 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



SECCION 0K+090



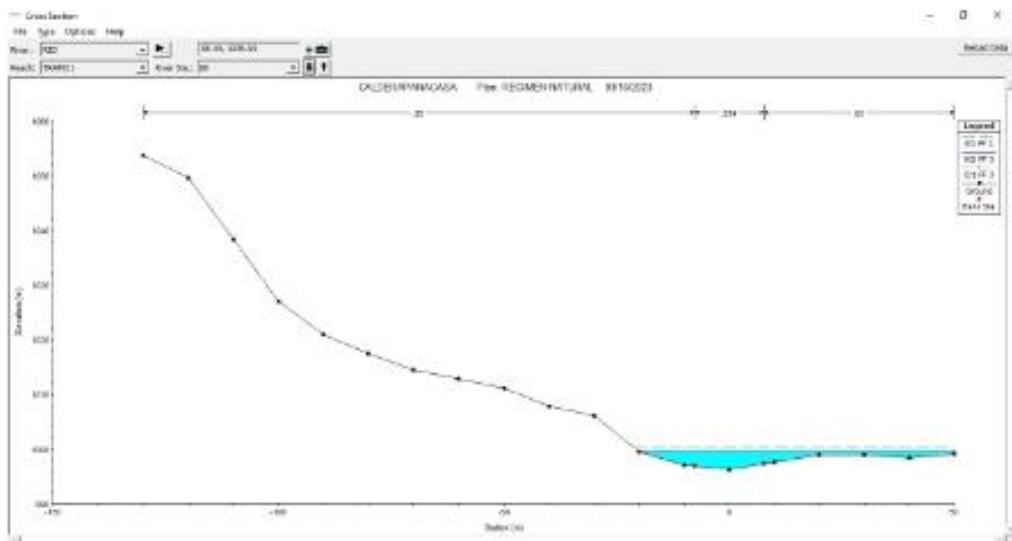
SECCION 0K+100

**Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; CEL: 6678-7986 e-mail: ing.antonio1983@hotmail.com**

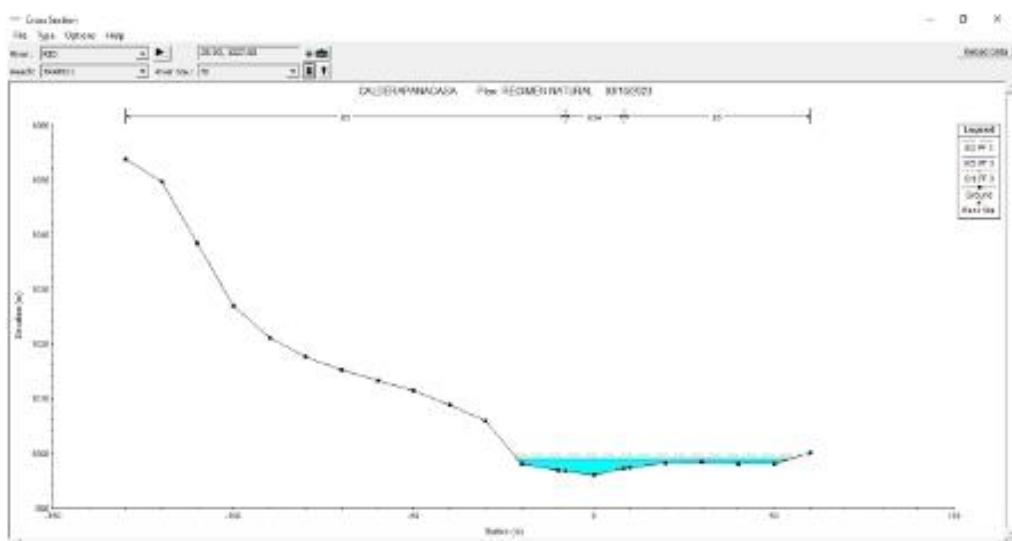
• Página 7 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



SECCION 0K+110



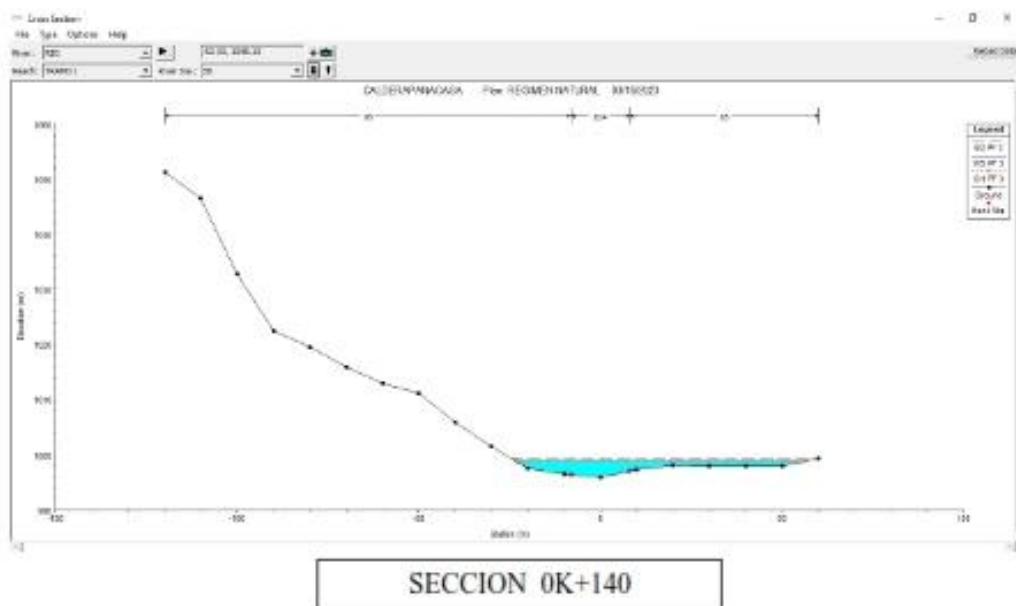
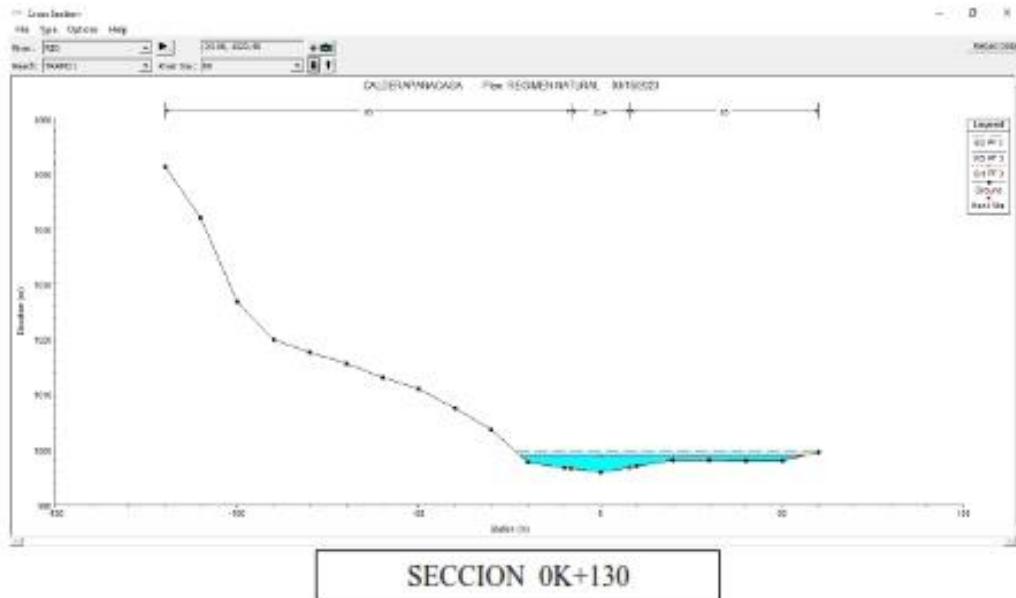
SECCION 0K+120

Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

* Página 8 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

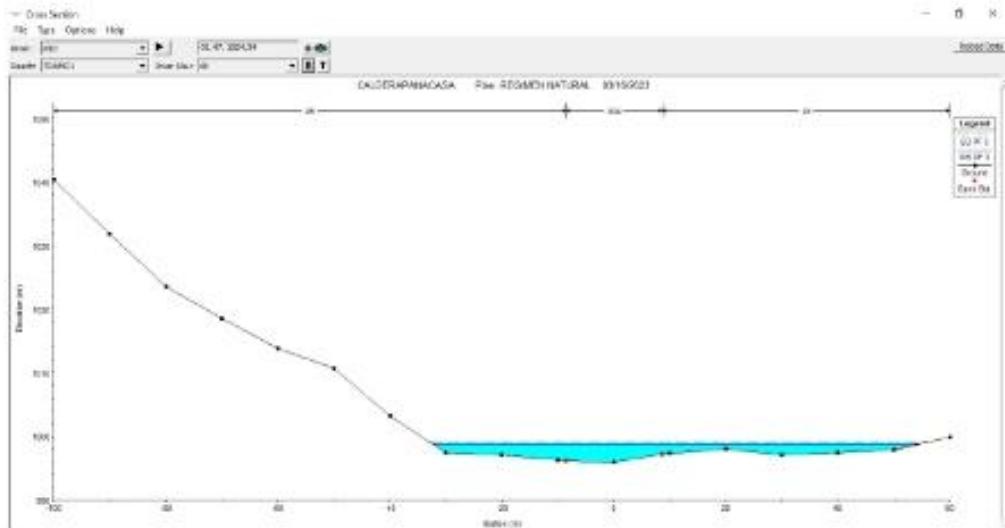


Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

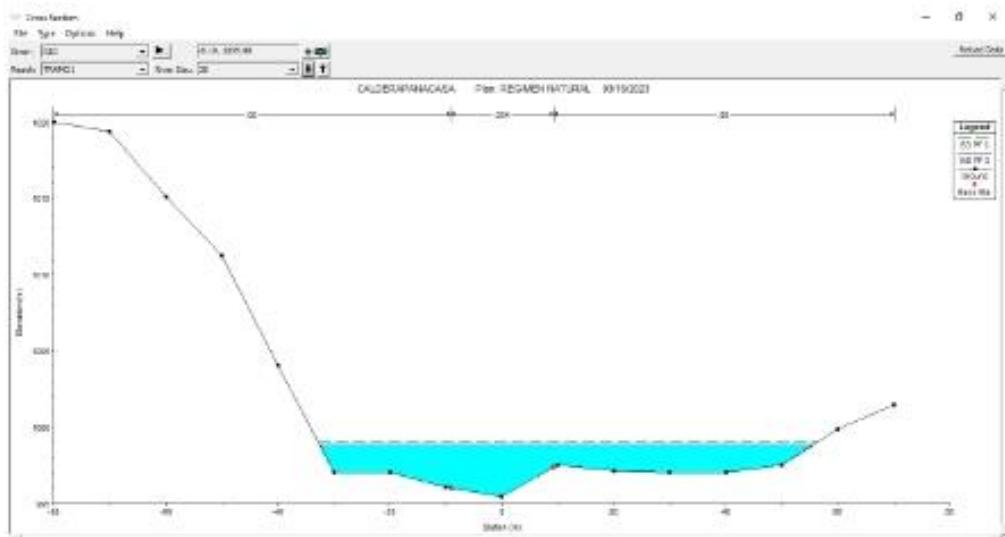
* Página 9 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



SECCION 0K+150



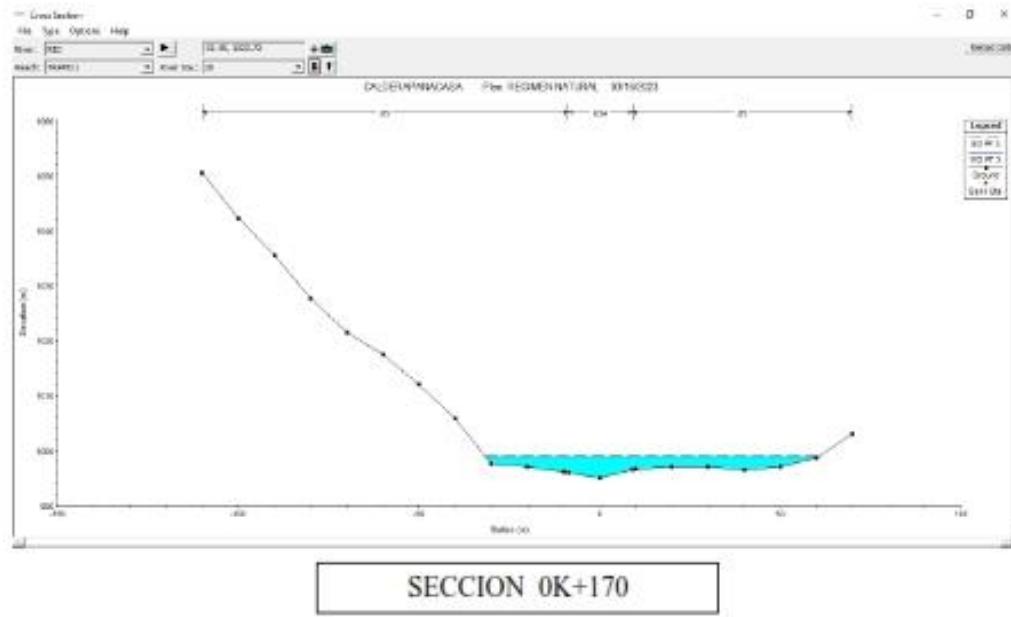
SECCION 0K+160

Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

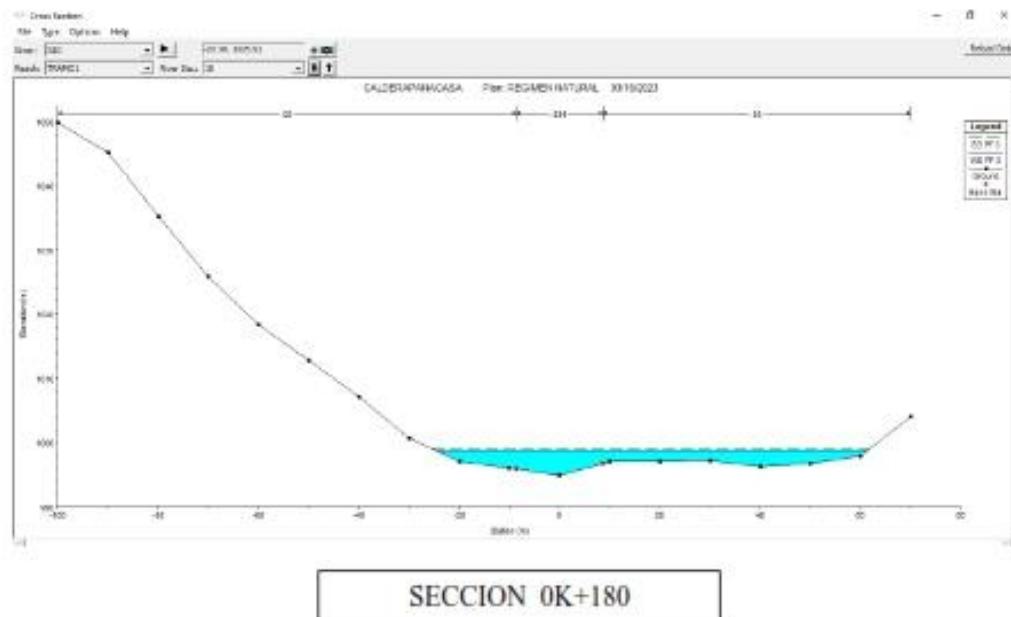
* Página 10 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



SECCION 0K+170



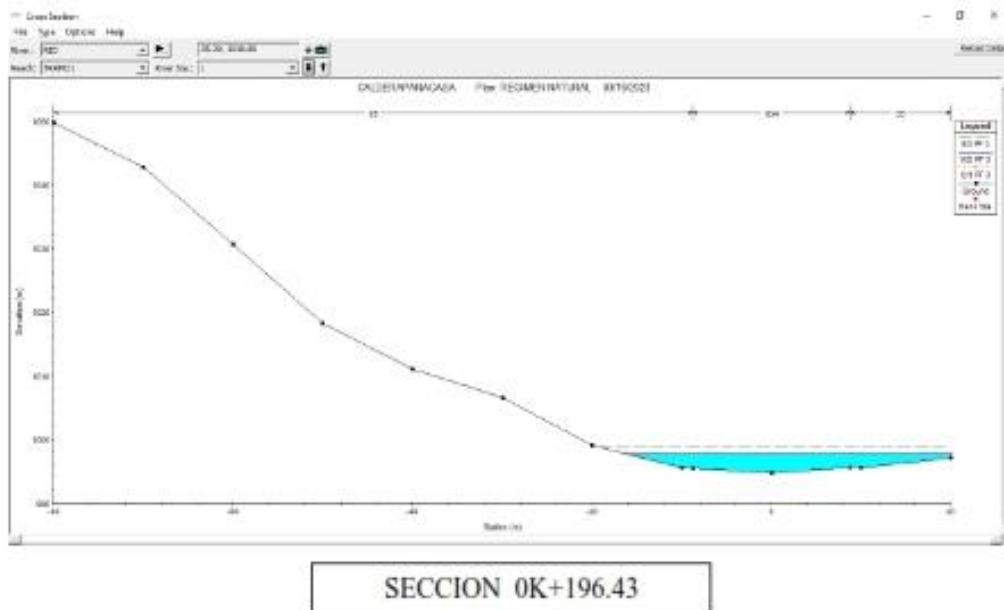
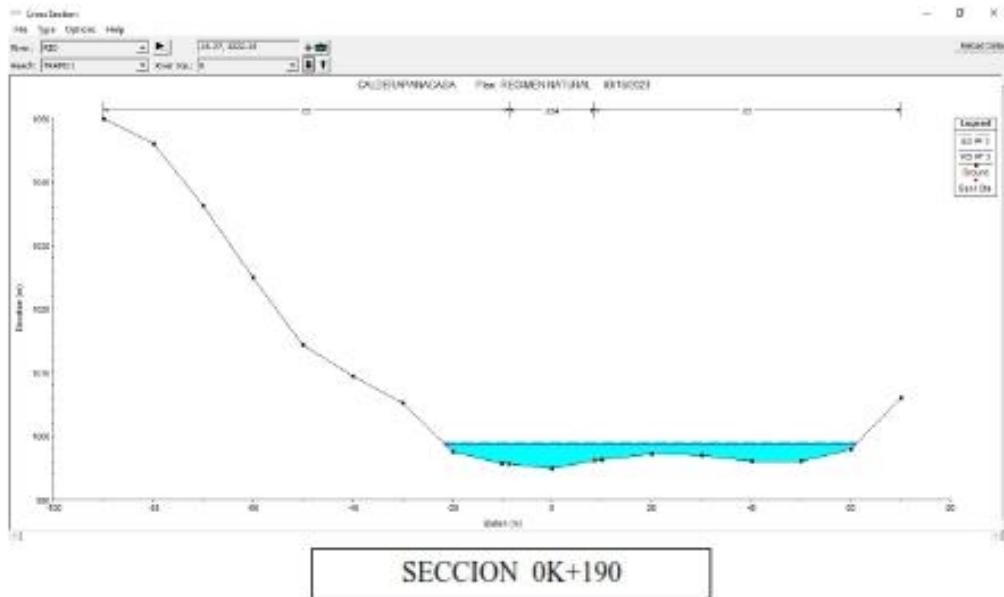
SECCION 0K+180

Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

* Página 11 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



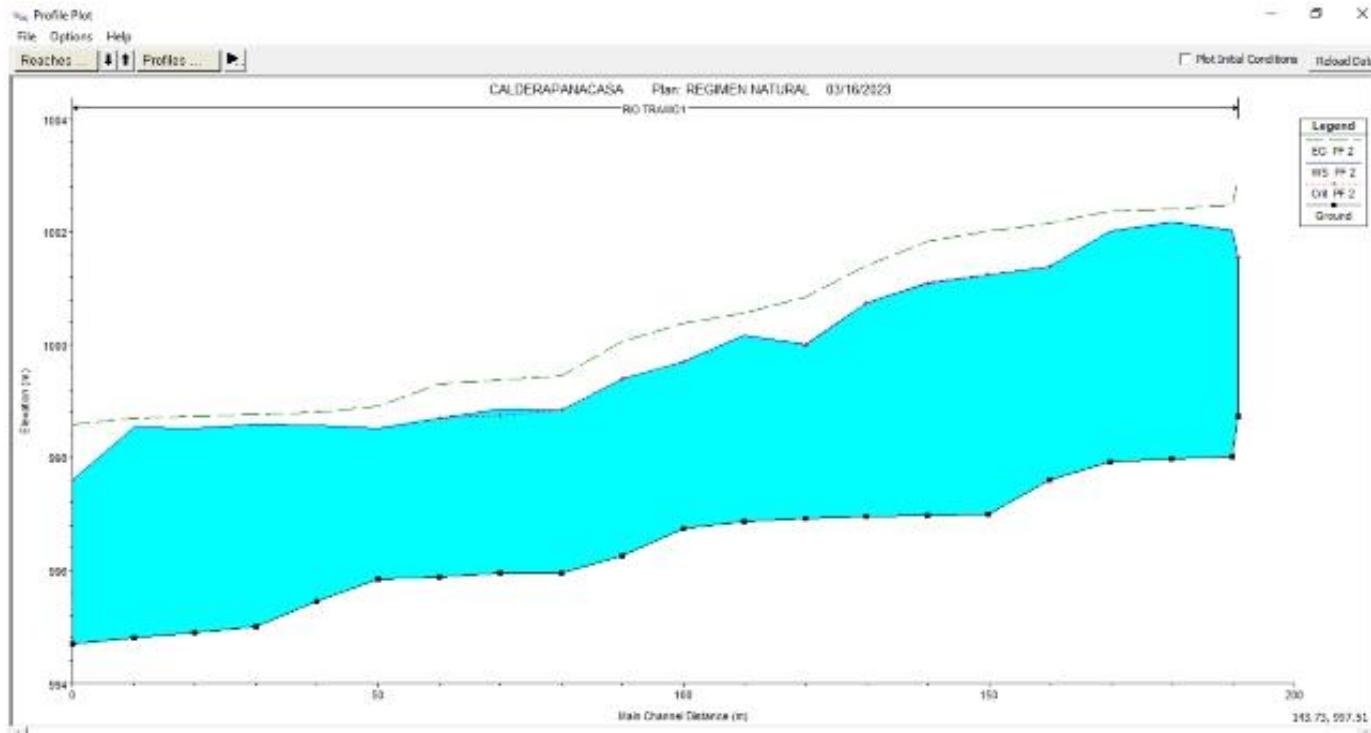
Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

* Página 12 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

SECCIÓN LONGITUDINAL DEL RÍO CALDERA, PERÍODO DE RETORNO DE 50 AÑOS



WS: altura de la lámina de agua, EG: pendiente de la línea de energía, CRIT: elevación crítica

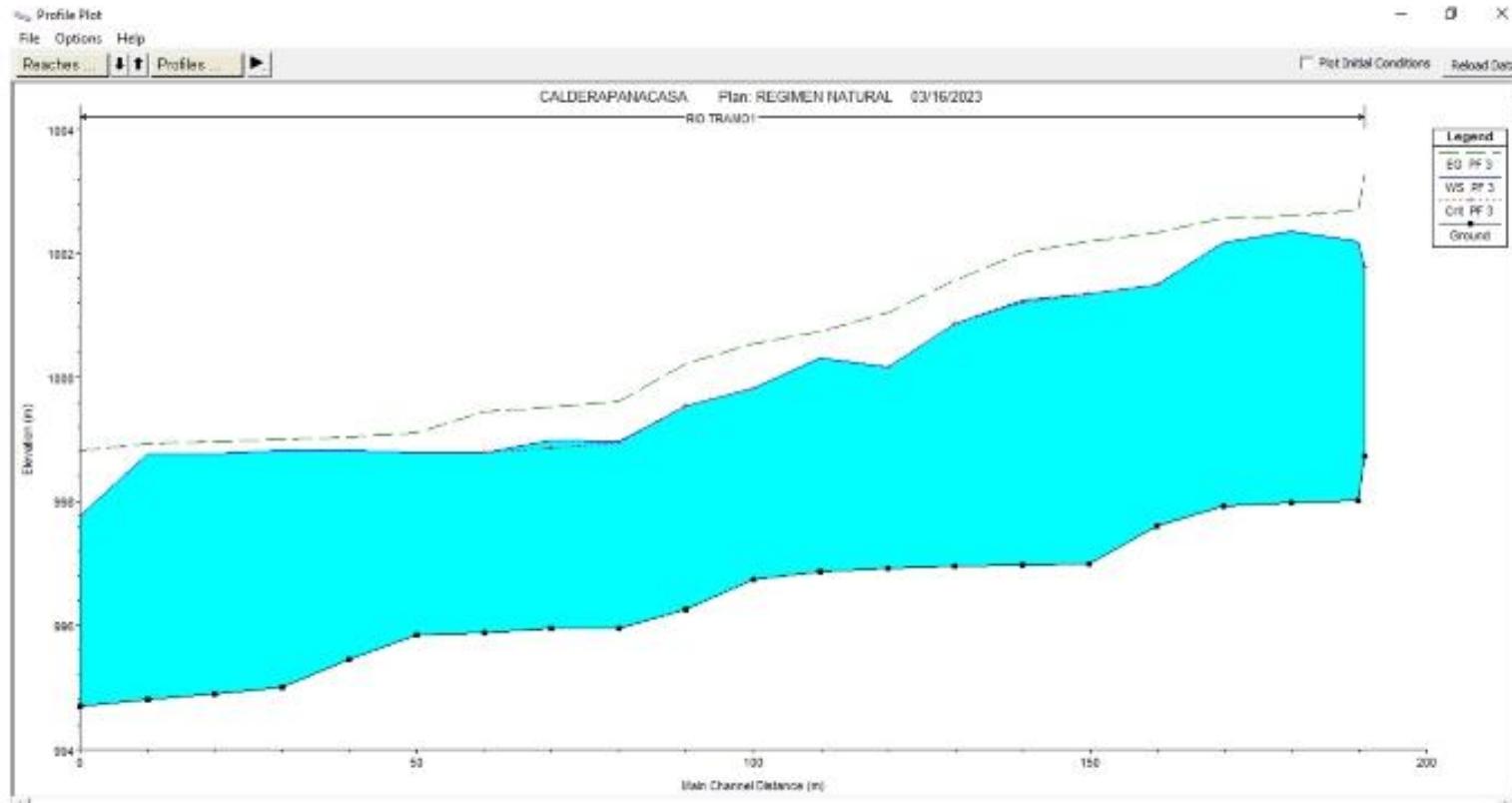
Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

* Página 13 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

SECCIÓN LONGITUDINAL DEL RÍO CALDERA, PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS



WS: altura de la lámina de agua, EG: pendiente de la línea de energía, CRIT: elevación crítica

Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

* Página 14 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

TABLA DE CALCULOS GENERADOS

HEC-RAS Plan: regnatural River: RIO Reach: TRAMO1 Profile: PF 3												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
TRAMO1	1001	PF 3	292.18	998.74	1001.77	1001.77	1003.28	0.008542	5.58	58.50	20.00	1.04
TRAMO1	900	PF 3	292.18	998.01	1002.19		1002.70	0.002604	3.57	107.59	37.39	0.59
TRAMO1	800	PF 3	292.18	997.97	1002.34		1002.60	0.001283	2.63	158.13	56.60	0.42
TRAMO1	700	PF 3	292.18	997.93	1002.18		1002.57	0.002714	3.30	123.07	51.88	0.58
TRAMO1	600	PF 3	292.18	997.60	1001.50	1001.50	1002.34	0.007931	4.72	85.38	48.53	0.94
TRAMO1	500	PF 3	292.18	996.99	1001.35	1001.35	1002.20	0.007170	4.69	86.77	47.44	0.89
TRAMO1	400	PF 3	292.18	996.98	1001.24	1001.20	1002.02	0.007968	4.80	88.15	45.91	0.92
TRAMO1	300	PF 3	292.18	996.96	1000.86	1000.86	1001.56	0.007813	4.62	94.78	56.24	0.92
TRAMO1	200	PF 3	292.18	996.93	1000.17	1000.17	1001.04	0.006870	4.81	91.74	58.07	0.92
TRAMO1	100	PF 3	292.18	996.87	1000.31		1000.73	0.003304	3.57	126.56	63.70	0.65
TRAMO1	90	PF 3	292.18	996.75	999.82	999.82	1000.55	0.006234	4.50	100.25	64.64	0.87
TRAMO1	80	PF 3	292.18	996.25	999.53	999.53	1000.23	0.005464	4.38	105.51	70.06	0.82
TRAMO1	70	PF 3	292.18	995.95	998.97	998.95	999.60	0.006106	4.28	108.11	76.39	0.85
TRAMO1	60	PF 3	292.18	995.96	998.99	998.86	999.52	0.005041	3.99	117.30	78.36	0.78
TRAMO1	50	PF 3	292.18	995.89	998.79	998.79	999.45	0.006548	4.36	106.79	79.47	0.88
TRAMO1	40	PF 3	292.18	995.84	998.78		999.12	0.003700	3.31	140.09	86.90	0.66
TRAMO1	30	PF 3	292.18	995.45	998.82		999.04	0.002235	2.71	167.25	88.17	0.52
TRAMO1	20	PF 3	292.18	995.00	998.82		999.00	0.001430	2.42	193.39	91.82	0.43
TRAMO1	10	PF 3	292.18	994.90	998.76		998.97	0.001714	2.60	178.48	86.26	0.47
TRAMO1	9	PF 3	292.18	994.80	998.77		998.93	0.001183	2.30	198.28	82.79	0.40
TRAMO1	1	PF 3	292.18	994.70	997.76	997.76	998.82	0.007757	4.97	74.13	36.33	0.97

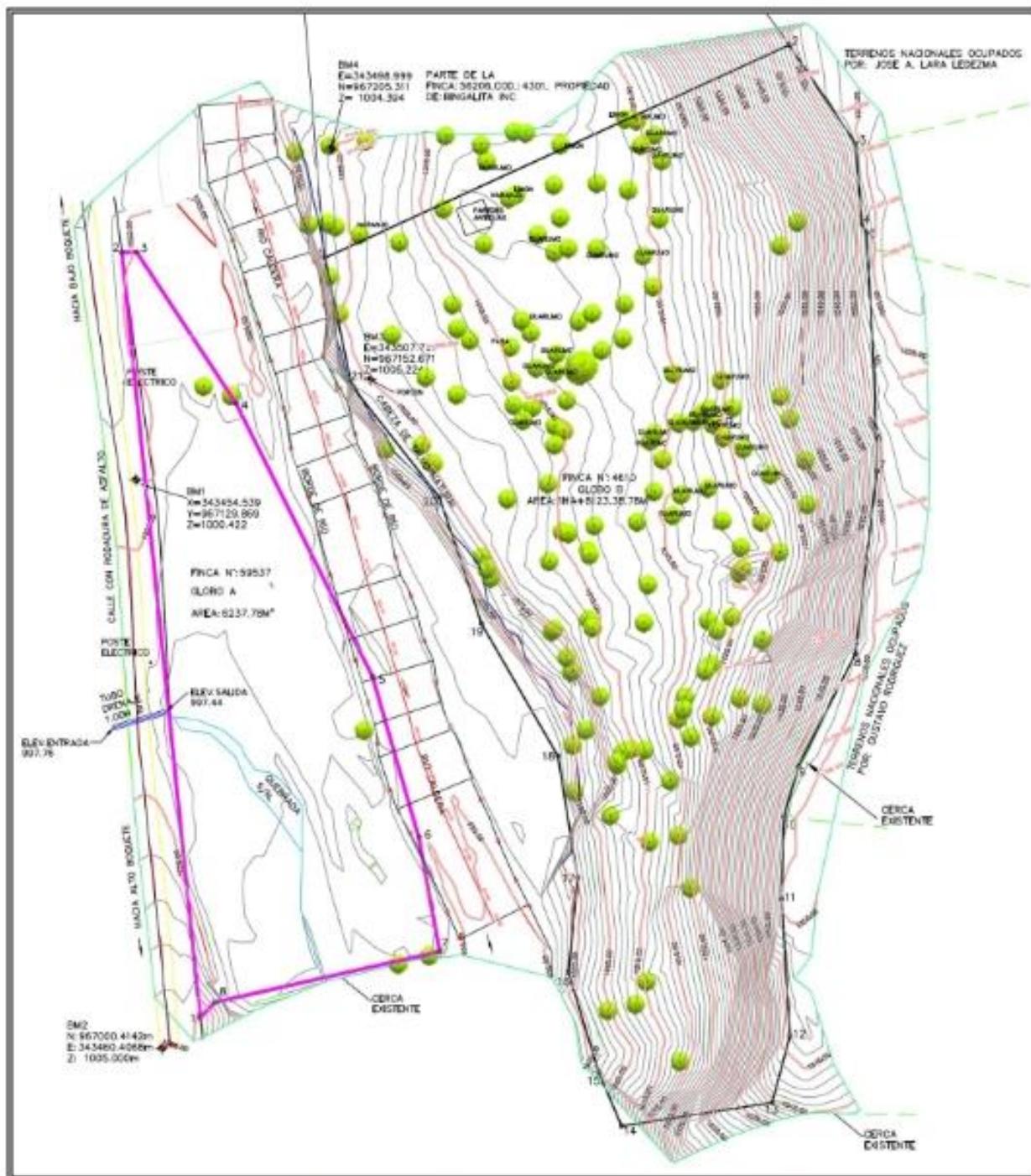
Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

* Página 15 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

ÁREA DEL CAUCE DEL RÍO



Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; CEL: 6678-7986 e-mail: ing.antonio1983@hotmail.com

* Página 16 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

2. Descripción de las secciones

A continuación, se describe las secciones en las cuales al momento de realizar la simulación de crecida para los períodos de retorno de 50 y 100 años, en los cuales se basó en el método Racional; estos perfiles presentaron grado de desbordamiento o con posibilidades de desbordamiento

Los resultados del análisis indican que el nivel máximo de tirante de agua alcanzará una altura máxima de 1001.77 m.s.n.m. aguas arriba y 997.76 m.s.n.m. aguas abajo

Las **19 secciones (0K+000m a 0K+196.43m)**, presentan niveles de desbordamiento en la margen del proyecto del Rio Caldera, para los diferentes períodos de retorno de 50 y 100 años, Se sugiere que cualquier labor de construcción deberá hacerse por encima a 7.50 m. del nivel del lecho del cauce del Rio Caldera, con el objetivo de estar por encima de los niveles de desbordamiento para una avenida con caudales de un periodo de retorno de 1:100 años.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizada la gira técnica al área de estudio y analizadas las condiciones hidroclimáticas de la cuenca en donde se desea realizar la construcción de cuatro residencias se puede concluir lo siguiente:

1. Los caudales generados en la corriente del Rio Caldera adyacente al proyecto para periodos de retorno de 50 y 100 años son $259.72 \text{ m}^3/\text{seg}$ y $292.18 \text{ m}^3/\text{seg}$. respectivamente
2. Del análisis de las secciones longitudinales de la Corriente presenta desbordamiento en las márgenes del proyecto para los periodos de retorno de 50 y 100 años.

Recomendaciones

Para finalizar el presente estudio hidráulico del proyecto se recomienda lo siguiente:

1. Construir un muro de sección trapezoidal con rocas en las márgenes del proyecto con una altura máxima de 7.50 m sobre el nivel del lecho del río
2. Los diseños de los sistemas de desalojo del agua pluvial deben contemplar la alta pluviosidad del área.
3. Para mantener un buen drenaje del agua del Rio Caldera es necesario tener limpio el cauce, evitando tener en la zona de influencia del proyecto la formación de embalses de basura sólida y de empalizadas, con el objetivo de evitar posibles desbordamientos para los diferentes volúmenes y niveles a que puede tener el agua, para los distintos períodos de retornos.
4. Se debe cumplir con la servidumbre del Rio Caldera.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**

FOTOGRAFIAS DEL AREA DE ESTUDIO



Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

* Página 19 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



**Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; CEL: 6678-7986 e-mail: ing.antonio1983@hotmail.com**

* Página 20 de 21

**ESTUDIO HIDROLÓGICO CUENCA RÍO CALDERA
PARA TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE TALUD PARA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD CALDERA S.A.
DISTRITO DE BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**ESTUDIO HIDRÁULICO DEL PROYECTO
HABITACIONES DE CALDERA S.A.**



Ing. Civil: Irán Antonio Ramos Q., Licencia No.: 2007 – 006 – 159.
TEL: 777-3502; **CEL:** 6678-7986 **e-mail:** ing.antonio1983@hotmail.com

* Página 21 de 21